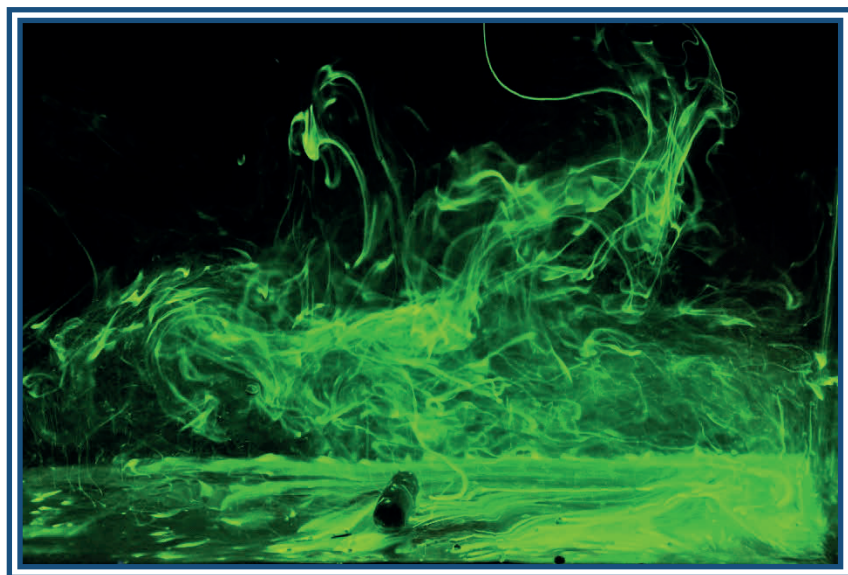
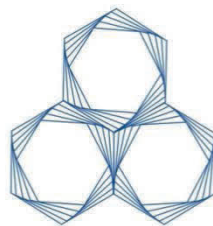


Középiskolai Kémiai Lapok



XLIV.

2017/2.



A lap megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap támogatja.

A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült.

Középiskolai Kémiai Lapok

A Magyar Kémikusok Egyesülete
Kémia tanári Szakosztályának folyóirata

2017. február	XLIV. évfolyam	2. szám
---------------	----------------	---------

Alapító: Dr. Várnai György

Főszerkesztő: Zagyi Péter

A szerkesztőbizottság:

Elnöke: Dr. Magyarfalvi Gábor

Tagok: Dr. Borbás Réka, Dr. Horváth Judit, Kalydi György,
MacLean Ildikó, Dr. Pálinkó István, Dr. Róka András,
Dr. Tóth Zoltán, Dr. Varga Szilárd, Zagyi Péter

Szerkesztőség:	Magyar Kémikusok Egyesülete, 1015 Budapest Hattyú u. 16. E-mail: kokel@mke.org.hu 06-1-201-6883
-----------------------	---

Kiadja: Magyar Kémikusok Egyesülete

Felelős kiadó: Androsits Beáta

Terjeszti: Magyar Kémikusok Egyesülete

Előfizethető: postai utalványon a Magyar Kémikusok Egyesülete,
1015 Budapest Hattyú u. 16. II. 8. címre vagy átutalással a CIB
Bank Zrt. 10700024-24764207-51100005 pénzforgalmi
jelzőszámon „MKE9068” megjelöléssel.

Készült: Europrinting Kft.

Megjelenik évente ötször.

Előfizetési díj a 2017. évre: 4000 Ft, mely összeg magában foglalja az áfát.

A Magyar Kémikusok Egyesülete tagjai számára kedvezményes előfizetési
díj: 3000 Ft.

ISSN 0139-3715 (nyomtatott)

ISSN 2498-5198 (online)

<http://www.kokel.mke.org.hu>

A lapot az MTA MTMT indexeli és a REAL archiválja, továbbá az Országos
Széchenyi Könyvtár (OSZK) Elektronikus Periodika Adatbázisa és Archívuma
(EPA) archiválja.

A címlapfotó Hegedüs Kristóf munkája.

A kiadó számára minden jog fenntartva. Jelen kiadványt, illetve annak részleteit
tilos reprodukálni, adatrendszerben tárolni, bármely formában vagy eszközzel
– elektronikus, fényképes úton vagy módon – a kiadó engedélye nélkül
közzélni.

Botlik Bence Béla – Gyűrűs Boldizsár – Herczeg Donát

Kvázikristályok és közelítő szerkezeteik

Kristálytani összefoglaló¹

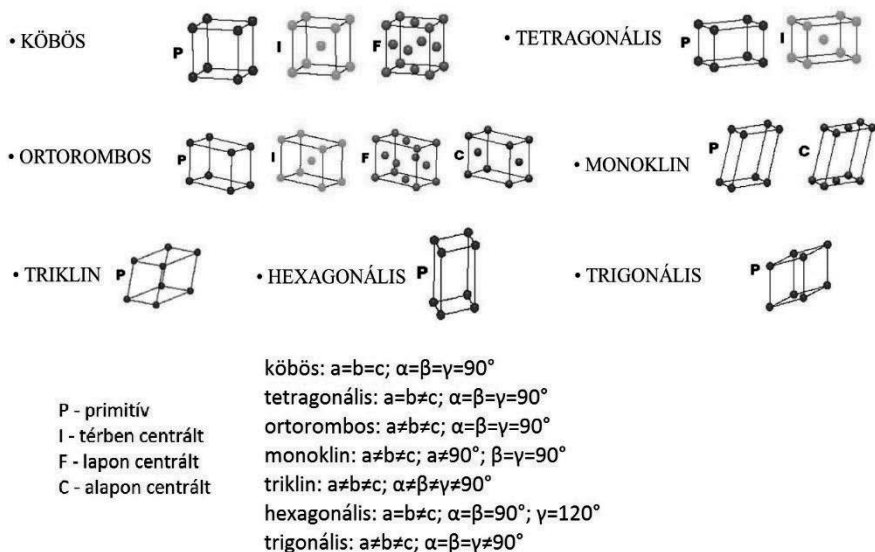
Kristályokkal a krisztallográfia, vagy más néven a kristálytan tudományága foglalkozik. A hagyományos definíció szerint kristálynak azokat a szilárd halmazállapotú anyagokat nevezzük, amelyek belső szerkezete rendezett, bennük a különböző entitások (atomok, molekulák, ionok) periodikusan helyezkednek el. A háromdimenziós kristályrács felépíthető a legkisebb ismétlődő egység, az elemi cella három térirányba való eltolásával. Ez az eltolási (transzlációs) szimmetria egyértelmű jele a periodicitás meglétének.

Hét elemi kristályrendszer létezik, ezek a köbös (szabályos), tetragonális, (orto)rombos, monoklin, triklin, hexagonális és trigonális (romboéderes) típusok. Ez a csoportosítás az elemi cella alakjára vonatkozik, de egyúttal a kristály számos fizikai tulajdonsága is ebből adódik. Ezen belül 14 alosztály, és még számos egyéb változat létezik. Jellemzi még az elemi cellát az is, hogy benne hogyan helyezkednek el a részecskék; ez alapján megkülönböztetünk primitív (csak a csúcsokon van részecske), térben centrált (a csúcsokon és az elemi cella közepén van részecske), lapon centrált (csúcsokon és oldallapok közepén) illetve alapon centrált (csúcsokon és a két alapon) fajtákat. A pontok az 1. ábrán az entitások középpontjának elhelyezkedésének egy-egy lehetséges fajtáját mutatják, az adott elemi kristályrendszerre vonatkozóan.

A kristályra további számszerű értékek jellemzőek, ilyenek például a rácsállandó, amely az elemi cella oldalainak hosszát jelenti, vagy a koordinációs szám, amely megmutatja, hogy egy részecskét hány másik vesz körül közvetlenül (egyenlő távolságra). Ez utóbbi a részecskék térkitöltésével korrelál, míg az előbbi (adott körülmények között) az anyagi minőségre jellemző állandó érték. Ezt mondja ki makroszkopikus

¹ Ajánlott irodalom: Veszprémi T. (2011): Általános kémia, Akadémiai Kiadó, Bp.; 5.1.3.1-5.1.3.7 fejezet; Náray-Szabó G. (2013): Kémia, Akadémiai Kiadó, Bp.; 4.1.6. fejezet - Röntgendiffrakció; Hargittai I. (1983): Szimmetria, egy kémikus szemével, Akadémiai Kiadó, Bp.

méretre a szögtörvény, mely szerint a kristály lapjai által bezárt szögek nagysága állandó, anyagi minőségre jellemző érték. Ez pedig azt is jelenti, hogy egy tökéletes, makroszkopikus egykristály – azaz tökéletes kristály – megjelenése, alakja (morfológiája) szigorú szabályok által meghatározott.

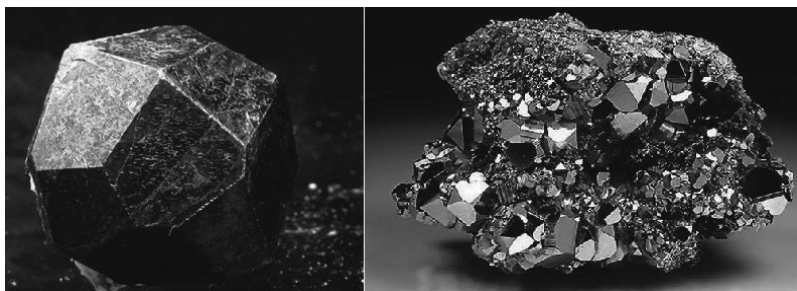


1. ábra. A hét elemi kristályrendszer, különböző centráltságokkal

Ez a fajta szabályosság jól megfigyelhető természetes eredetű, csiszolatlan kristályokon, ám van, hogy a rendszer annyira eltorzult, és olyan sok benne a kristályhiba – ún. diszlokáció –, hogy látszólag rendezetlen rendszerről van szó, pedig lokális szabályosság itt is megfigyelhető, vagy a makroszkopikus kristály kisebb-nagyobb méretű egykristályokból áll össze (2. ábra).

A fentebb említett centráltság csak a fő irányvonalát adja meg az elemi cellán belül a részecskék elhelyezkedésének. Például, a térben centrált köbös elhelyezkedés mindössze annyit határoz meg, hogy ha az elemi cella egy csúcsában található részecske, akkor a középpontjában is van. Viszont ezen felül is léteznek szabályok az elrendeződésre: 230 féle tércsoport létezik, amelyek ezeket a szabályokat határozzák meg – így például, hogyha bizonyos koordinátánál található részecske, akkor hol

kell még lennie, illetve egyáltalán hol lehet az elemi cellán belül –; az ezt számszerűsítő értékek az ún. Wyckoff-pozíciók. [10]



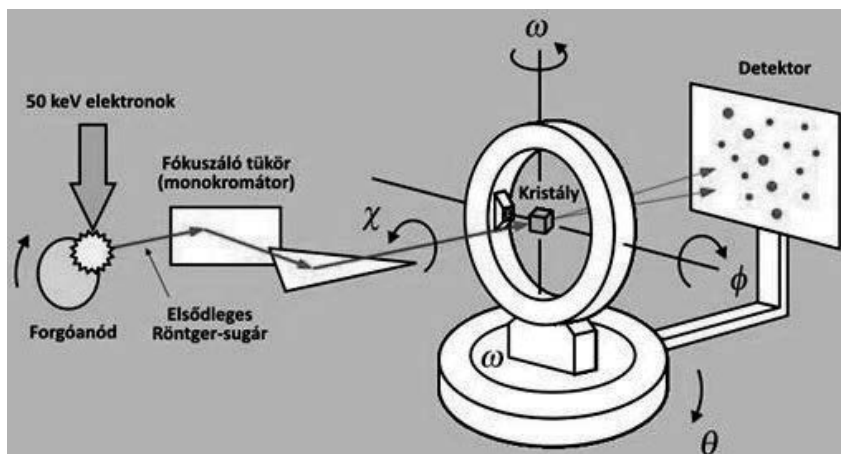
2. ábra. Bal oldalt csiszolatlan gránátkristály, jobb oldalt piritkristály

Az alapján, hogy milyen entitás van a rácspontokon, megkülönböztetünk molekularácsot, ahol a részecskék molekulák, a rácösszetartó erők pedig másodlagos kölcsönhatások (diszperziós-, dipól-dipól kölcsönhatás, vagy hidrogénkötés). Atomrácsban kovalens kötéssel összekapcsolt atomok vannak a rácspontokon. A fémes rács lényege, hogy delokalizált elektronok tartják össze a rácspontokon rezgő fémionokat (fématomtörzseket). Ionrácsban pedig az ellentétes elektromos töltésű kationok és anionok közötti elektrosztatikus kölcsönhatás tartja össze a rácsot. Ebben az esetben megkülönböztethetünk alrácsokat a kationokra és az anionokra vonatkoztatva.

Az azonos összetételű, de különböző kristályrácsfípusú módosulatoknál a polimorfia (elemek esetében allotrópia), míg a különböző összetételű, de hasonló kristályszerkezetű anyagoknál az izomorfia jelenségéről beszélhetünk.

A kristályok szerkezetének legfontosabb vizsgálati módszere a röntgendiffrakció (diffrakció = elhajlás), vagy más néven röntgenkrisztallográfia. A módszer elvi vázlata a 3. ábrán látható; ez azon alapul, hogy a kristályra monokromatikus (azonos hullámhosszú fotonokat tartalmazó) röntgensugarakat bocsátanak, amelyek egy része már külsőbb rétegekről visszaverődik, míg másik részük mélyebben behatol a kristályba, és csak belsőbb rétegek részecskéiről verődik vissza. Az eltérő úthossz fáziskülönbséget okoz a hullámokban, amelyek kilépve interferálnak (erősítés vagy gyengítés) egymással, és az így keletkező interferenciákép detektálható. A detektáló ernyőn ezek következtében

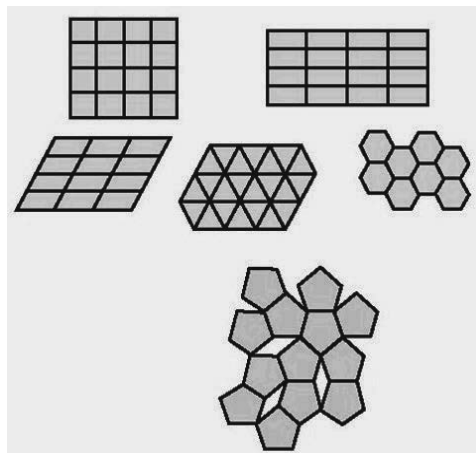
sötétebb és világosabb foltok rajzolódnak ki, ezt nevezzük diffraktogramnak. A kristály vagy a sugárforrás forgatásával különböző diffraktogramokat kapunk; a foltok területének és elhelyezkedésének elemzésével következtethetünk a rácsállandókra és a belső, mikroszkopikus szerkezetre is (de pontosan megállapítani ezeket igen nehéz feladat, és számítógépes analízist igényel, különösen bonyolultabb kristályrendszerek esetén).



3. ábra. A röntgendiffrakció folyamata

Szimmetriák; a kvázikristályok elméleti háttere és felfedezése

Könnyen belátható, hogy a sík nem tölthető ki hézagmentesen és átfedések nélkül minden alakzattal. Erre csak bizonyos forgási szimmetriákkal rendelkező alakzatok képesek; a szabályos sokszögek közül ennek a feltételnek mindössze a négyzet, téglalap, rombusz (bármely paralelogramma), a háromszög és a szabályos hatszög felelnek meg. Vagyis csak az (1-) 2-, 3-, 4- és 6-fogású forgási szimmetriával rendelkező alakzatok (ez az érték azt mutatja meg, hogy ha egy sokszöget a síkban 360° -kal elforgatjuk, ennek során hányszor kerül fedésbe az eredeti alakzattal) lehetnek képesek erre. Ellenben, könnyen beláthatóan, például a szabályos ötszög nem alkalmas a sík hézag- és átfedésmentes lefedésére (4. ábra).



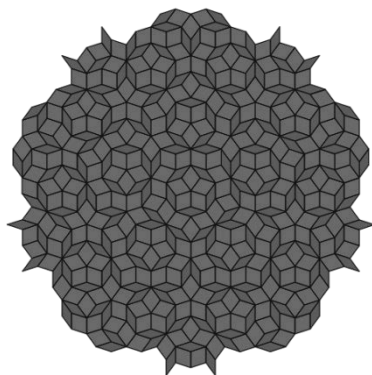
4. ábra. Síkkitöltés különböző sokszögekkel [12]

A hézag- és átfedésmentes lefedés esetei egyféle alakzattal mind periodikus parkettázások, vagyis van bennük olyan legkisebb egység, melyet a sík két irányába a bázisvektorral és annak egész számú többszöröseivel eltolva felépíthető belőlük az egész síkot lefedő rács. Ezekből logikusan következne, hogy ez térben sem lehet másképp, és a háromdimenziós, valódi kristályok is csak ilyen forgási szimmetriákat mutathatnak.

Daniel Shechtman izraeli tudós 1982 áprilisában azonban megdöbbentő felfedezést tett. Hirtelen lehűtött, magas mangántartalmú alumínium-mangán ötvözeteket vizsgálva röntgenkristallográfiás módszerekkel azt tapasztalta, hogy az ötvözetben jelen lévő mikrokristályok tízes forgási szimmetriát mutatnak, amely a kristallográfia hagyományos alapelvei alapján közismerten tiltott szimmetria. Mikor azonban eredményeit publikálni akarta, azokat a tudományos folyóiratok eleinte nem voltak hajlandóak közölni, sokan kigúnyolták őt, és a kor egyik legnagyobb kémikusa, Linus Pauling is komolyan támadta Shechtman megfigyelését (úgy vélte, a kutató csak ikerkristályokat észlelt). Alan L. Mackay – akkor még csak hipotézis szintjén – Shechtman felfedezése után öt hónappal, mikor arról még szinte senki nem tudott, a Magyar Tudományos Akadémián tartott előadást annak a lehetőségéről, hogy egyáltalán nem elvetendő ötlet, hogy a kristályok világában is létezhet ötös szimmetria, amennyiben ikozaéderes fázisokat képzelünk el

(később ez a róla elnevezett, Mackay-féle ikozaéder tette őt híressé). Shechtman csak két évvel ezután, 1984-ben, társszerzőkkel együtt tudott megjelentetni egy olyan közleményt, mely méltó volt a felfedezés jelentőségéhez. Ez hatalmas érdeklődést váltott ki, tanulmányok ezrei követték a bejelentést. Az idő során aztán egyre többen kezdtek foglalkozni a kérdéskörrel, és így egyre több és több kvázikristályt fedeztek fel különböző ötvözetekben (2009-ben természetes eredetűt is), és a további vizsgálatokkal, illetve az elméleti háttér kidolgozásával egyértelművé vált Shechtman igaza, aki munkásságáért 2011-ben megkapta a kémiai Nobel-díjat. [1, 7, 8]

Már az 1960-as években felvetődött a kérdés, hogy lehet-e olyan bizonyítottan aperiodikus csempéhalmazt találni, amely hézagmentesen kitölti a síkot. Az első ilyen 1966-ban fedezték fel, és több mint 20 000-féle csempéből állt. Később ez a szám százas, majd tízes nagyságrendre csökkent. Igen sokan foglalkoztak a témával, különböző megközelítéseket alkalmazva. Sir Roger Penrose angol matematikus és elméleti fizikus 1977-ben bizonyítottan aperiodikus csempézést hozott létre kétféle csempéből, egy „vékonyabb” és egy „vastagabb” rombusz felhasználásával. Ezen két alapegység kapcsolódásának szabályai vannak (például soha nem alkothatnak paralelogrammát), melyeket később, a 80-as években olyan szintre fejlesztettek, hogy mindössze lokális szabályokat kell figyelembe venni, azaz a csempézés egy bizonyos részletét egyértelmű módon lehet folytatni bármely irányban. Ez a Penrose-parkettázás nevet kapta, ennek egy részlete látható az 5. ábrán.



5. ábra. A Penrose-parkettázás egy részlete

Erre jellemző, hogy bár szabályos, hiányzik belőle az eltolási szimmetria, így a periodikusság is (a periodikusság a továbbiakban a translációs szimmetria meglétét jelenti). Azonban, egy tetszőlegesen kiválasztott rész véges tartományon belül biztosan ismétlődni fog. [9, 14]

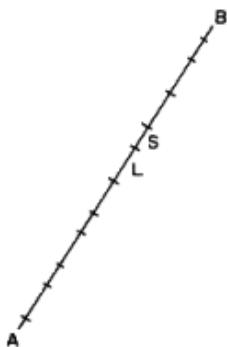
Később a háromdimenziós Penrose-parkettázás (3D Penrose Tiling = 3D PT) kiemelkedően fontosnak bizonyult a kvázikristályok szerkezetének tanulmányozásában, megértésében. A 6. ábrán egy háromdimenziós aperiodikus parkettázás-modellrészlet látható.



6. ábra. Egy minden térirányban aperiodikus térkitöltés modellje

A kvázikristályok olyan, szilárd halmazállapotú anyagok, melyek belső szerkezete rendezett, ugyanakkor nem periodikus. Forgási szimmetriájában megjelenhetnek a hagyományos krisztallográfia által tiltott szimmetriák is (leggyakrabban 5-, 10-, 12-fogású forgási szimmetriatengelyek). A pontos matematikai megfogalmazás szerint biztosan nincs translációs szimmetriájuk $(n-1)$ -nél több független térirányban, ahol n a dimenziók száma, amelyen a struktúrát vizsgáljuk, értelmezzük. Ebből az is következik, hogy a három dimenzióban értelmezett kvázikristályoknak lehet periodicitásuk két független térirányban (de nem szükségszerűen), a harmadikban azonban már semmiképpen sem. A szerkezet pontos matematikai leírása és értelmezése igen komplex feladat, és többféle megközelítés is létezik, de mindenképpen összetett számítógépes analízist igényel. A

legelfogadottabb értelmezés a fent említett matematikai szabályból származik, ez a magasabb dimenziókból való projekció; eszerint a kvázikristályok sajátosságos, nemperiodikus szerkezete periodikusként értelmezhető 5 vagy 6 dimenzióban (a kvázikristály típusától függően). Ebből kifolyólag a szerkezet nem egyszerűen nemperiodikus, hanem kváziperiodikus. Vagyis vannak bizonyos szabályok, amelyek mindig érvényesek a szerkezetre nézve; ezeket egy ún. kváziperiodikus függvény írja le. A 7. ábrán látható egy vonal, amelyen a hosszú és rövid szakaszok kváziperiodikusan váltakoznak: ez formálisan egy egydimenziós kvázikristály-részletnek is tekinthető. [9, 13, 15]



7. ábra. Kváziperiodikusan ismétlődő szakaszok

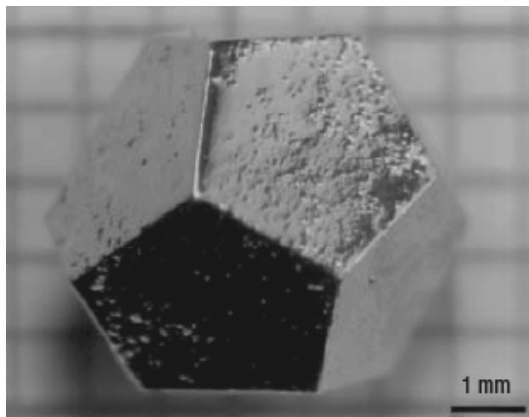
Csoportosításuk, tulajdonságaik, felhasználásuk, kialakulásuk

A kvázikristályok csoportosítása történhet stabilitásuk alapján: megkülönböztetünk stabil és metastabil rendszereket. Az alkotóelemek száma alapján kétkomponensű (bináris) és többkomponensű kvázikristályokat (leggyakrabban három elemből állnak) különíthetünk el; egykomponensű jelenlegi tudásunk szerint nincs.

Fontosabb azonban a belső szerkezeten alapuló csoportosítás. Ezen rendszerezés alapján léteznek poligonális (azaz sokszöges), illetve ikozaéderez kvázikristályok. Míg előbbiekben egy 8/10/12 fogású forgási szimmetriatengely van, és ezen tengely mentén periodikusak, de erre merőlegesen nem, addig utóbbiak minden irányban aperiodikusak.

Előfordulhatnak kvázikristályok az alumínium mesterségesen előállított ötvözeiteiben, és egyéb ötvözetekben (például Al-Mn-Si, Al-Ni-Co, Al-Pd-Mn, Al-Li-Cu, Al-Mn, Zn-Mg-Ho, Cd-Ca, Cd-Yb, Ti-Mn) –

bizonyos összetételek mellett. Ezen mesterséges anyagokon kívül meteoriteredetű és földi eredetű, természetes kvázikristályt is találtak már. A 8. ábrán egy Zn-Mg-Ho kvázikristály látható, dodekaéderes alakkal, amely egyúttal dodekaéderes elemi cellával is rendelkezik. [12]



8. ábra. Egy dodekaéderes morfológiájú Zn-Mg-Ho kvázi-egykrisztály

Előállításuk történhet meghatározott összetételű fémolvadékok nagyon gyors hűtésével (így nincs ideje szétválni a fázisoknak és mikrokristályokat alkotni), vagy amorf anyagok kristályosításán alapuló módszerekkel. Igen változatos tulajdonságokkal rendelkeznek: típustól és összetételtől függően többnyire rugalmasak, mindazonáltal kemények és jó kopásállósággal rendelkeznek. Általában elektromos szigetelők, de a körülményeknek megfelelően félvezetőkké vagy szupravezetőkké válhatnak, felhasználásuk szempontjából rendkívül kedvező adatokkal bírnak. Ezen kitűnő tulajdonságaiknak köszönhetően egyre több területen használják őket: bevonatok, védőfelületek kialakítására, precíziós műszerek gyártására, elektromos és mágneses szigetelőanyagként, rétegek szilárdságának növelésére, illetve radioaktív sugárzás felfogására. Egyelőre viszont széleskörű ipari használatuknak gátat szab magas előállítási költségük. [12]

Kialakulásuk és annak feltételei egy még nem teljesen felderített téma, csak empirikus megfigyeléseink és azokból levont következtetések állnak rendelkezésre; a modellezéssel való előrejelzés szinte kivitelezhetetlen ebben az esetben, hiszen igen komplex rendszerekről van szó, amelyeknek nagy a kezdeti feltételekre való érzékenysége.

Ennek demonstrálására vizsgáljuk a kadmium-ritkaföldfém rendszereket. Ezek közül csak a Cd-Yb rendszerben tudnak kialakulni kvázikristályok. Ismeretes továbbá, hogy a Cd-Ca rendszerben is létezik bináris kvázikristályos fázis. A kialakulás ebből adódóan vélhetőleg szoros kapcsolatban van a vegyértékelektron-szerkezettel: mindössze két ritkaföldfém, az Yb (itterbium) és az Eu (eurórium) ($[\text{Xe}] 4f^{14} 6s^2$ illetve $[\text{Xe}] 4f^7 6s^2$) két vegyértékű a Ca-hoz hasonlóan; az Yb f-alhéja teljesen feltöltött, zárt, az Eu-é félig feltöltött. Az Eu viszont mégsem alkot Cd-mal kvázikristályokat. A másik fő befolyásoló tényező feltételezhetőleg az atomsugár; $r(\text{Ca}) = 198$ pm, ez 4 pm-rel tér el $r(\text{Yb}) = 194$ pm-től; és 6 pm-rel $r(\text{Eu}) = 204$ pm-től. Látható, hogy igencsak esetleges a különbségekből való következtetés, hiszen a 6 pm-es atomsugárbeli különbség már elegendő ahhoz, hogy ne képződjön kvázikristály. Ez persze összefügghet az elektronszámmal is; az euróriumatomban mindössze 63 elektron van, míg az itterbiumatomban 70. A kvázikristályok kialakulásának a komponensek egyéb tulajdonságaival való kapcsolatának felderítése továbbra is várat magára. [3]

Szerkezet, közelítések, modellezés

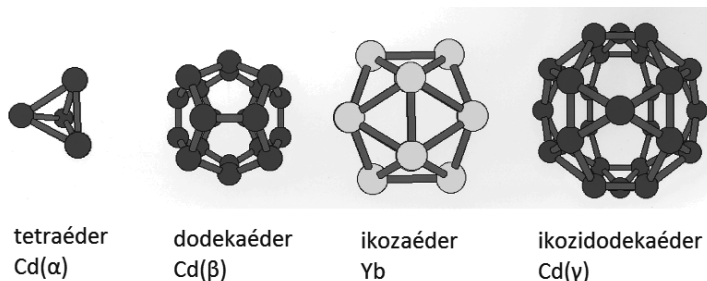
A kvázikristályok szerkezetének modellezése és vizsgálata, matematikai leírásukhoz hasonlóan igen nehéz feladat, illetve egy ma is kutatott terület. A belső struktúra tanulmányozására igen jó lehetőséget nyújtanak az ún. (köbös) kristályos közelítő szerkezetek. A kristályos közelítő szerkezet olyan fázis, amely hasonló vagy azonos összetételű, és elemi cellája olyan atomi elrendeződéseket tartalmaz, mint a kvázikristály, például ikozaéderes klasztereket; ám mégis periodikus (hiszen van elemi cellája, jóllehet az többnyire igen sok atomot tartalmaz).

A kvázikristályok, illetve közelítő struktúráik szerkezete jól demonstrálhatók a Cd-Yb rendszerben bizonyos összetételek mellett képződő kvázikristályok vizsgálatán, modellezésén keresztül. A Cd-Yb rendszer volt az elsőként felfedezett termodinamikailag stabil, kétkomponensű kvázikristály (Shechtman eredeti Al-Mn kvázikristály meta-stabil volt, hőkezelés hatására könnyen átkristályosodott). A. P. Tsai, J. Q. Guo, E. Abe, H. Takakura és T. J. Sato fedezték fel 2000-ben, indukciós kemencében készített $\text{Cd}_{5.7}\text{Yb}$ összetételű olvadék Ar-atmoszféra alatti megszilárdításával (eljárásuk során Cd-Mg-

ritkaföldfém rendszereket vizsgáltak, majd abból fokozatosan kihagyták a Mg-komponenst). A minta röntgendiffrakciós vizsgálata során megállapították, hogy abban 2-, 3- és 5-fogású forgási szimmetriatengelyek vannak, melyek arra utaltak, hogy abban kvázikristályos szerkezet alakult ki, hosszútávú ikozaédes renddel (az ikozaéder egyike az öt szabályos testnek, tizenöt kétfogású-, tíz háromfogású-, és hat ötfogású forgástengelye van). A termodinamikai stabilitásról hőkezeléssel győződtek meg. [4]

A $\text{Cd}_{5.7}\text{Yb}$ közelítő szerkezetének kitűnő jelölt a Cd_6Yb kristály, ugyanis diffrakciós képeik jó egyezést mutatnak, összetételük hasonló, és rácsparamétereik aránya megfelel az elméletileg levezetett összefüggésnek. Ez egy igen bonyolult kristály, a belső struktúrájának szemléltetésére két mód is létezik, ebből az egyiket fogjuk részletesen tárgyalni.

Ez a klaszteres megközelítés, mely szerint az elemi cella felfogható úgy, mint különböző kadmium és itterbium klaszterek térben centrált köbös elhelyezkedése, illetve a klaszterek közötti „szabad” Cd atomok, $Im\bar{3}$ tércsoport szerinti elrendeződési szabályokkal. A klaszterek 66 atomot tartalmaznak, és a $\text{Cd}_{54}\text{Yb}_{12}$ összetétellel jellemezhetőek. Négy, egymásba illeszkedő héjból állnak, melyeket rendre az Yb, Cd(α), Cd(β) és Cd(γ)-ok alkotnak (a görög betűk különböző ekvivalens pozíciókat jelölnek). [4, 10]

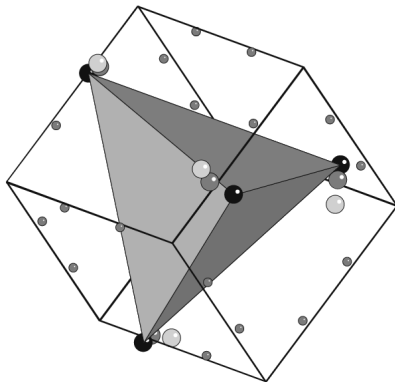


9. ábra. Klaszterek a Cd_6Yb fázisban, balról jobbra és bentről kifelé haladva [4]

Az legbelső héj négy Cd(α) atomból áll, miközben nyolc atomi pozíció – 8 Cd(α) – helyezkedik el ebben kocka alakzatban, így a betöltöttségi faktor $\frac{1}{2}$; a négy Cd torzult tetraédert formál. Ezen torzult tetraéderek orientációja még igen vitatott: számos lehetséges elhelyezkedés van a dodekaéderen belül, és még több, amennyiben vizsgáljuk az egymás

melletti klaszterek orientációit és ezek kölcsönös befolyásoló hatását is. Ráadásul 110 K környékén egy fázisátalakulás is megfigyelhető a rendszerben: az átmenet alatti hőmérséklet felett a rendezett klaszterorientációk szabálytalanná válnak, és egyre több olyan alakúvá torzult tetraéder jelenik meg, mely az előzetes modellezések alapján nem kedvezményezett (néhány lehetőséget jeleznek a pontok illetve a berajzolt tetraéder a 10. ábrán). [6]

A második (a tetraédert bennfoglaló) héj 20 Cd atomból áll – 20 Cd(β) –, ezek egy szabályos dodekaédert formálnak. A harmadik héj 12 ikozaéderesen elhelyezkedő Yb atomból áll. Ezek sztérikus okok miatt kiszorulnak a második héj Cd atomjai által alkotott ötszögek középpontjából, és kicsivel kijebb helyezkednek el. A negyedik (legkülső) héj 30 Cd atomból áll – 30 Cd(γ) – melyek pontosan a harmadik héj által alkotott ikozaéder éleinek közepén helyezkednek el, ikozidodekaéderes alakzatban. Ha a 9. ábrán látható klasztereket egymásba toljuk, kirajzolódik, hogy a héjak milyen pontosan tudnak egymásba illeszkedni. [2]

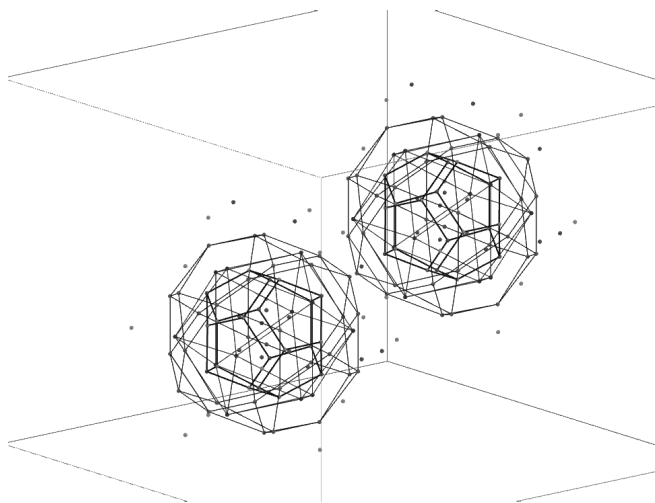


10. ábra. A belső tetraéder néhány lehetséges orientációja szürke pontokkal jelölve, és a legkedvezőbb elrendeződés kirajzolva [6]

A kristály elemi cellája két ilyen klasztert tartalmaz; ráadásul az ideális (számított) adatokhoz képest torzulásokkal, vagyis a reális klaszter nem ugyanolyan, mint az ideális (a 11. ábrán látható két reális klaszter, a körülöttük elhelyezkedő további kadmiumatomokkal együtt, a szemléletesség érdekében a klaszterek alakját kirajzoló

segédvonalakkal). Továbbá, a klaszterek a valóságban feldarabolódnak az elemi cellás kristálytani leírásban, így az elemi cella nem ilyen formában tartalmazza a klasztereket illetve a már említett „szabad” atomokat. Azaz, a klaszteres forma akkor kapható meg, ha a legkisebb alapegység több eltoltját együtt vizsgáljuk (vagyis egy véges kristályrácsdarabot).

Magának a kvázikristálynak a szerkezetét már sokkal nehezebb szemléletesen megmutatni (tekintve hogy nem periodikus), azonban elméleti síkon a legegyszerűbb megfogalmazás, hogy leírható különböző, torzult szerkezeti elemek kváziperiodikus elrendeződéseként.



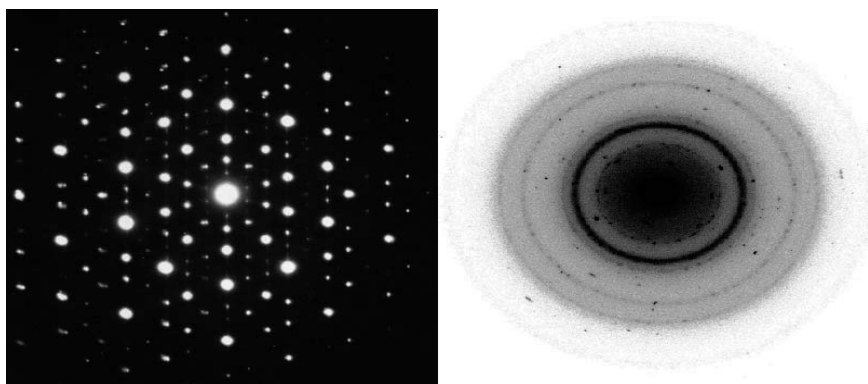
11. ábra. Két reális klaszter és a klaszteren kívüli kadmium atomok

A kristály modern értelmezése

A kristály már említett, hagyományos definícióját 1991-ben pontosította a Nemzetközi Krisztallográfiai Unió, mégpedig úgy, hogy a diffrakciós kép alapján meg lehessen ítélni, hogy a minta kristálynak

tekintendő-e; ez alapján már a kvázikristályok is kristálynak számítanak. Az új definíció szerint kristály az, ami a röntgendiffrakció során ún. Bragg-diffrakciós képet alkot, azaz, amelynek diffraktogramján diszkrét „pontok” jelennek meg. [9, 11]

Téves az az értelmezés – amely egy már régen megállapított matematikai törvény félreértelmezéséből adódott, és a kvázikristályok felfedezéséig senki nem vitatta –, miszerint kizárólag belső szerkezetükben periodikus szilárd anyagok diffrakciós képen jelenhetnek meg diszkrét pontok. Valójában a majdnem teljesen periodikus – így a kváziperiodikus kristályok is – képesek erre, egyedül a szabálytalan, amorf anyagok nem. Ez látható a 12. ábrán; balra egy kvázikristály diffraktogramja, rajta diszkrét pontokkal, míg jobbra egy amorf anyagé, éles határok és diszkrét pontok nélkül. [9]



12. ábra. Különböző röntgendiffrakciós képek, balra egy kvázikristályé (ez a tízfogású forgási szimmetriából megállapítható), jobbra egy amorf anyagé

Irodalom

- [1] Shechtman, D., Blech, I., Gratias, D., Cahn, J. W.: Metallic Phase with Long-Range Orientational Order and No Translational Symmetry; *Physical Review Letters*, vol. 53., **1984**.
- [2] Takakura, H., Guo, J. Q., Tsai, A. P.: Crystal and quasicrystal structures in Cd-Yb and Cd-Ca binary alloys; *Philosophical Magazine Letters*, vol. 81., **2001**.
- [3] Guo, J. Q., Abe, E., Tsai, A. P.: Stable icosahedral quasicrystals in binary Cd-Ca and Cd-Yb systems; *Physical Review B*, vol 62., **2000**.
- [4] Tsai, A. P., Guo, J. Q., Abe, E., Takakura, H., Sato, T. J.: A stable binary quasicrystal; *Nature*, vol. 408., **2000**.
- [5] Elser, V., Henley, C. L.: Crystal and quasicrystal structures in Al-Mn-Si alloys; *Physical Review Letters*, vol. 55., **1985**.
- [6] Brommer, P., Gähler, F., Mihalkovi, M.: Ordering and correlation of cluster orientations in CaCd₆; *Philosophical Magazine*, **2010**.
- [7] Hargittai István: A kvázikristály többé már nem kvázi...; *Magyar Kémikusok Lapja*, 66. évf., 12. szám, **2011**.
- [8] Hargittai István: Újabb anyagtudományi Nobel-díj: Dan Shechtman és a kvázikristályok felfedezése; *Fizikai Szemle*, 11. szám, **2011**.
- [9] Tasnádi Tamás: Rend, rendezetlenség, szimmetriák című előadása (2015. szeptember 25.)
- [10] www.cryst.ehu.es/cgi-bin/cryst/programs/nph-wp-list?gnum=204
- [11] Oberhaus, D.: Quasicrystals are nature's impossible matter motherboard.vice.com/read/quasicrystals-are-natures-impossible-matter
- [12] Princeton: Quasicrystals cikkei www.phy.princeton.edu/~steinh/quasicrystals.html
- [13] Jcrystal: Quasicrystals, <http://www.jcrystal.com/steffenweber/qc.html>
- [14] Enciclopedia Britannica: Quasicrystal www.britannica.com/science/quasicrystal
- [15] EnWikipedia: Quasicrystal en.wikipedia.org/wiki/Quasicrystal

Mi lett belőled ifjú vegyész? – Lakatos Ágnes, egyetemi docens, Pécsi Tudományegyetem, Laboratóriumi Medicina Intézet

Mikor nyertél vagy értél el helyezést kémiai versenyeken?

Indultam 1976-ban az Irinyi-versenyen, de ott még nem értem el helyezést. Az OKTV-n 1977-ben harmadikos (11-es) koromban 12., 1978-ban negyedikes (12-es) koromban 6. lettem a „nem tagozatosok” között. Ugyanebben az évben jutottam ki a kémiai diákolimpiára, Torunba (Lengyelország). Ott harmadik díjas lettem.

*Ki volt a felkészítő tanárod?
Hogyan gondolsz vissza rá?*

A kémiatanárom a gimnáziumban Kromek Sándor volt. (Nagy Lajos Gimnázium, Pécs) Fantasztikus élmény volt egy közönséges kémiaóra is, a bölcsésszé vált osztálytársaim is így emlékeznek rá. Tanár úr megpróbált igazán korszerű kémiát tanítani az angol tagozaton is, amit logikusan épített fel, és érdekes kísérletekkel tette vonzóvá. A tankönyvet egyáltalán nem használtuk, meg kellett tanulnunk az órán figyelni, jegyzetelni, és a jegyzeteink alapján készülni. Egyszer sok évvel később egyik osztálytársam érettségiző



lányának segítettem pár órát a kémiatanulásban, akkor tapasztaltam meglepetten, hogy régész osztálytársam 25 év után még mindig jobban érti a kémia lényegét, mint a 18 éves, kémia iránt érdeklődő lánya. A versenyekre való felkészülésben nagyon jó volt, hogy sosem voltam egyedül, mindig volt egy csapat, akikkel együtt tanultunk, és egymást biztattuk, és együtt értük el a sikereket. Lehetőségünk volt gyakorolni is, megtanultunk az eszközökkel és vegyszerekkel bánti.

Milyen indíttatásból kezdte el a kémiával komolyabban foglalkozni?

Az egyértelmű volt kisgyermekkorom óta, hogy valamelyik természettudománnyal szeretnék foglalkozni. Az, hogy a kémia nyert a biológia és a fizika előtt, az egyértelműen a gimnáziumi tanáromnak, Kromek Sándornak köszönhető.

Ismerted-e diákkorodban a KÖKÉL-t?

Igen, természetesen nagyon sok kémiapéldát oldottunk meg, ennek jó forrása volt a KÖKÉL.

Hozzásegítettek-e a pályaválasztásodhoz a versenyeken elért eredmények?

Az OKTV-helyezés után egyértelmű volt számomra, hogy ahogy sok versenyzőtársam, az ELTE TTK vegyész szakán folytatom tanulmányaimat. Nagy öröm volt, hogy nem kellett felvételiznem, és az energiáimat a kémiai diákolimpiai felkészülésre fordíthattam. Ezután már az egyetem és az évfolyamtársaim egy része is ismerős volt szeptemberben.

Mi a végzettséged és a pillanatnyi foglalkozásod? Maradtál-e a kémiai pályán?

Az ELTE TTK elvégzése után Pécsre kerültem az Orvostudományi Egyetem Központi Laboratóriumába, és máig ott dolgozom (ma Laboratóriumi Medicina Intézet). Később „klinikai biokémikus” szakképesítést szereztem. Ez a tudomány, mint a neve is mutatja, határterület a kémia és az orvostudomány között. Jelenleg ezen belül a kedvenc témám a toxikológia: gyógyszerek és kábítószeres kimutatása mérgezett betegek biológiai mintáiból. Az orvosok között is büszke vagyok arra, hogy vegyész vagyok.

Mit üzensz a ma kémia iránt érdeklődő diákoknak?

A kémia alapjainak ismerete segít eligazodni a természettudományokban és a mindennapokban is. Nem szabadna, hogy a kémia bármely területe magolnivaló tantárgy legyen. Ha az ember érti az alapokat, mindent ki lehet következtetni.

Mi az, amit mindenképp szeretnéd, ha megtudnának rólad? Pl. Mi a hobbid - a kémián kívül? Van-e kedvenc anyagod (ha igen, miért éppen az)? (Ill. bármi, amit szívesen megosztanál a KÖKÉL olvasóival.)

Érdekesség, hogy a gimnáziumban a kémiaversenyekre való felkészülés során ismertem meg páromat, férjemet, Vass Jánost, aki szintén versenyző volt: az 1977-es pozsonyi Kémiai Diákolimpia magyar csapatának tagja. Ezek után nem meglepő, hogy fiunk Vass Koppány is folytatta a családi hagyományt: a 2004-es kémia OKTV-n ért el helyezést.

GONDOLKODÓ



Feladatok

**Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Varga Szilárd,
Zagyi Péter**

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat 2017. március 9-ig lehet feltölteni a honlapon. A postán küldött megoldásokat is kérjük a honlapon regisztrálni. A levélcím:

KÖKÉL Feladatmegoldó pontverseny

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

A kokel.mke.org.hu honlapon található az online rendszer. Beszkennelt kézírás esetén figyeljete a minőségre és az olvashatóságra (tisztá fehér lapra jól látható tintával írjatok)!

Szokás szerint a feladatok egy része az idei, thaiföldi Nemzetközi Kémiai Diákolimpia gyakorlófeladatai közül került ki.

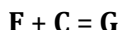
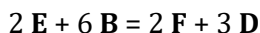
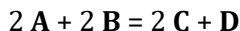
A76. Összeöntünk 10,0 g NaOH-oldatot 10,0 g HClO_4 -oldattal, melyeknek a tömegszázalékban kifejezett koncentrációjuk azonos. A kapott keveréket 100 cm^3 -re hígítjuk, majd e törzsoldat 10,0-10,0 cm^3 -es mintáit 0,00986 mol/dm^3 töménységű HCl-oldattal titráljuk. Az átlagos fogyás 15,2 cm^3 .

a) *Hány tömegszázalékos oldatokat öntöttünk össze?*

b) *Mekkora a törzsoldat sókoncentrációja?*

(Borbás Réka)

A77. Az **A, B, C, D, E, F, G** anyagokról a következőket tudjuk. **A, D, E** elemek, **B, C, F, G** vegyületek. **A** egy fém. **B** folyadék halmazállapotú 25°C-on, standard légköri nyomáson, **D** ugyanilyen körülmények között nagy diffúziósebességű gáz. Az **A** elem klórral alkotott vegyülete 60,67 m/m% klórt tartalmaz. **E** és **F** 1:1 anyagmennyiség-arányú keverékének átlagos moláris tömege 52,5 g/mol. Az anyagok között az alábbi reakciók mennek végbe a megadott arányokban.



Nevezd meg az A, B, C, D, E, F, G anyagokat!

(Borbás Réka)

A78. A falevelek nitrogéntartalmának meghatározásához száraz, porított levélből lemérünk 0,4387 grammot. A mintához tömény kénsavat adunk, majd szelén-dioxidot katalizátorként, és hevítjük. Ekkor a levélpor elroncsolódik, az oldat elszíntelenedik. Az előbbi lépésekben a levél nitrogéntartalmát ammóniává alakítottuk. A színtelen oldatot nátrium-hidroxid-oldattal meglúgosítjuk, és a felszabaduló ammóniát 25,00 cm³ térfogatú, 0,0500 mol/dm³ töménységű kénsavoldatba desztilláljuk. A feleslegben visszamaradt savat 15,11 cm³ térfogatú 0,1012 mol/dm³ töménységű nátrium-hidroxid-oldat közömbösíti.

Hány tömegszázalék nitrogént tartalmazott a minta?

(Borbás Réka)

A79. Egy kristályvizet is tartalmazó sót az élelmiszeripar emulgeátorként, pufferként, táplálékkiegészítőként alkalmaz. Ezt a sót hatékonynak találták csontimplantátumok készítéséhez, segítségével az implantátum sikeresen beépülhet az élő csontba.

A só tömegszázalékos összetétele: foszfor 13,89 %, oxigén 61,00 %, hidrogén 4,485 %. Ezekon kívül egyetlen féle alkálifémet tartalmaz.

Mi a só képlete?

(Borbás Réka)

A80. Egy 0,9250 g tömegű minta nátrium- és káliumtartalmát a megfelelő kloridsókká alakították, amelyeknek tömege 0,6065 g lett. A kloridkeverék 0,2022 g-ját 50 ml desztillált vízben feloldották, és az oldatot 0,1200 M ezüst-nitrát-oldattal titrálták. A végpont eléréséig pontosan 25,00 ml volt szükséges.

Mi volt az eredeti minta tömegszázalékban kifejezett nátrium- és káliumtartalma?

(thai feladat)

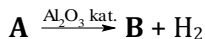
K266. Vendel ékszerész barátnőjét közelgő születésnapján egy kis teljesítményű PB-oxigén égővel szeretné meglepni. Az égőgázt egy PB palackból venné, viszont télen a sok disznóvágás miatt abban már csak bután maradt. Az oxigént azonban – hogy bírja pénztárcával – hidrogén-peroxid bomlásával gondolta biztosítani a következőképp. Egy 2,00 l-es flakonba 75,0 cm³, 35,0 m/m%-os hidrogén-peroxid-oldatot önt, majd a kupakba kis barnakő darabot tapaszt és óvatosan rácsavarja, nehogy idő előtt elinduljon a reakció. Ha ezek után összerázza, majd megvárja, míg a reakció lezajlik, és a hőmérséklet visszaáll az eredeti 25 °C-ra, lehet is használni.

- a) *Hány percre elegendő ez a mennyiségű oxigén, ha az égő percenként 0,16 g butánt fogyaszt, és ha csak addig lehet vele dolgozni, amíg az oxigén túlnyomása 0,10 bar alá nem esik?*
- b) *Lehet-e egy „töltettel” fél órát dolgozni, ha egy szokásos két literes PET-palack biztonságosan maximum 8 bar túlnyomást visel el? Ha igen, mekkora térfogatú hidrogén-peroxid-oldat szükséges hozzá?*

Mindkét esetben tételezzük fel, hogy az égés tökéletes. A hidrogén-peroxid-oldat sűrűsége 1,14 g/cm³, és a bomlás miatt bekövetkező térfogatváltozásától eltekintünk.

(Várda Ernák)

K267. Az **A** vegyület egy nyílt láncú szénhidrogén, a molekulájában mérhető minden kötreshossz az egyszeres és a kétszeres C-C kötés hosszértéke közé esik. A vegyületet brómos vízhez adva az oldat elszíntelenedik. Az **A** vegyület ciklizációjával előállítható **B** vegyület az alábbiak szerint:



A **B** vegyület minden C-C kötése egyenlő hosszú, és homológ sorának legegyszerűbb képviselője. **B** reakcióba lép tömény (SO₃-ot is tartalmazó) kénsavval egy egyértékű erős szerves sav (**C**) keletkezése közben, vízkilépés mellett. Ha **C** nátriumsója (**D**) szilárd nátrium-hidroxiddal reagál, a reakció során egy szerves és egy szervetlen nátriumsó, **E** és **F** keletkezik. Az **E** vegyület sósavval egy vízben viszonylag rosszul oldódó anyag (**G**) keletkezése közben reagál. **G** oldata enyhén savas kémhatású. Az **E** vegyület a **G** vegyület nátriumsója. Ha **F** sóhoz tömény kénsavat adunk, szúrós szagú gáz (**H**) fejlődik, amit Lugol-oldatba vezetve az oldat elszíntelenedik.

B moláris tömege 49,4%-a **C** moláris tömegének, **G** moláris tömege pedig 81,1%-a az **E** moláris tömegének.

- Mi **A-E** és **G** vegyületek szerkezeti képlete?*
- Mi **F** és **H** összegképlete?*
- Írd fel az említett reakciók egyenleteit!*

(Horváth Réka feladata alapján)

K268. Az alumínium ívhegesztésének egyik módja, hogy olyan elektródot választanak, aminek olvadáspontja jóval magasabb a féménél és annak oxidjánál is. Ekkor ugyanis az ív kialakulása után a pálcá nem olvad el, így – elvileg – nem is fogy belőle. Erre célszerűen volfrámpálcákat alkalmaznak, ezeket különböző vastagságban, hosszban kerülnek piacra, sőt különböző adalékokkal is elláthatják, hogy más ötvözeteket is jól lehessen hegeszteni. Ezek az adalékok többnyire ritkaföldfém-vegyületek, változatos 0,1-4% között terjedő mennyiségben.

Egy ilyen kétkomponensű pálcá az előírtan megfelelően 2,01 m/m% adalékot tartalmaz, és benne a volfrám anyagmennyisége épp 70-szerese az adalékénak.

Az adalék vegyület 0,1050 grammjából 100 cm³ törzsoldatot készítetve, a törzsoldat 10,0 cm³-ét 0,0100 mol/dm³-es nátrium-fluoriddal enyhén savas közegben nátrium-alizarinszulfonát jelenlétében megtitrálva az átlagfogyás 15,91 cm³.

- a) *Mi az adalék képlete, ha egy táblázat szerint 1 mg nátrium-fluorid 1,3815 mg fémet mér?*
- b) *Miért alkalmazható indikátorként a nátrium-alizarinszulfonát?*

(Várda Ernák)

K269. Az **M** elem és a klórgáz reakciójának egyedüli terméke az M_xCl_y .
Eltérő körülmények között az alábbi eredményeket kapták:

M (mol)	Cl_2 (mol)	termék (g)
0,20	0,80	26,7
0,30	0,70	40,0
0,40	0,60	53,3
0,50	0,50	44,4
0,60	0,40	35,6
0,70	0,30	26,7
0,80	0,20	17,8

- a) *Mi az M_xCl_y összegképlete? Írd fel teljes hidrolízisének egyenletét!*

Bizonyos körülmények között M_xCl_y dimereket képez.

- b) *Rajzold fel ezeknek a dimereknek a térbeli szerkezetét!*

(thai feladat)

K270. Egy legnagyobbbrészt Cu és Zn tartalmú ötvözetet vizsgáltak. Egy 2,300 grammos mintát Erlenmeyer-lombikban 5,00 ml királyvízben feloldottak. A kapott oldatot kvantitatív módon egy 250 ml-es mérőlombikba vitték át és jelre töltötték.

Ennek a törzsoldatnak 25,00 ml-es részletét kivéve az oldat pH-ját 5,5-re állították és megtitrálták 0,100 M EDTA-oldattal. PAN indikátor mellett a fogyás 33,40 ml volt.

Egy másik 25,00 ml-es mintához szilárd KI feleslegét adták pH beállítás után, majd a kapott oldatot 0,100 M nátrium-tioszulfát-oldattal titrálták. Keményítő indikátorral a végpont 29,35 ml-nél volt.

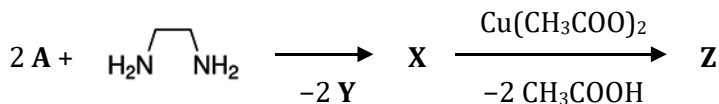
Mi volt az ötvözetben a réz és a cink tömegszázaléka? Milyen feltételezések mellett állíthatjuk ezt?

(thai feladat)

H266. Az **A** vegyületet csak három elem (C, H és O) alkotja, széntartalma 68,9 m/m%, hidrogéntartalma 4,9 m/m%. Standard körülmények között a vegyület folyékony, moláris tömege 122 g/mol. IR mérések azt mutatják, hogy a vegyület tartalmaz egy a molekulán belül (intramolekulárisan) hidrogénkötést létesítő fenol funkciós csoportot.

a) Rajzold fel a molekula szerkezetét!

b) Mi az **X**, **Y** és **Z** szerkezete az alábbi reakcióúton?



(thai feladat)

H267. A) Veszünk egy lehetőség szerint tökéletes gömböt, amit tiszta ^{28}Si izotóp alkot, és a tömege w gramm. A gömb átmérőjét pontosan meghatározva ismeretes a térfogata, V is. A szilíciumkristály a gyémántra emlékeztető szerkezetben kristályosodik, egy lapcentrált elemi cellában további 4 szilíciumatom helyezkedik el a cella belsejében. Az elemi cella mérete a kristály röntgendiffrakciós vizsgálata alapján igen pontosan ismert. Az adatok:

A gömb tömege: $w = 1000,064543(15)$ g,

A gömb térfogata: $V = 431,049110(10)$ cm³,

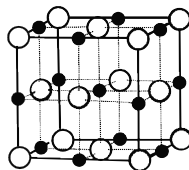
Az elemi cella élhossza: $a = 543,099619(20)$ pm,

A ^{28}Si atomtömege: $A = 27,976970029(23)$ g/mol.

Írd fel azt a képletet, amely megadja az Avogadro-állandót a fenti mennyiségek segítségével! Milyen értéket adnak a mért adatok? 7 értékes jegyre add meg az eredményt!

B) A NaCl elemi celláját a mellékelt ábra mutatja. A cella élhossza 560 pm.

Mi a Na^+ és Cl^- ionok koordinációs száma? Hány NaCl egység van egy elemi cellában? Számítsd ki a NaCl sűrűségét a megadott adatok alapján!



(thai feladat)

H268. A lizin aminosav erősen savas közegben mutatott formája 3 protont is képes veszíteni. A savi disszociációk 3 lépésének egyensúlyi állandóit a következő három pK_s érték jellemzi: 2,16; 9,06; 10,54.

a) Milyen szerkezetű molekulából van a legtöbb a lizin vizes oldatában? Rajzold fel a domináns formákat növekvő pH mellett (ha a pH változtatását HCl és NaOH oldattal végzik)!

9,5 pH-jú pufferoldatot szeretnénk készíteni 100 ml 0,100 M lizindihidroklorid-oldat és 0,500 M KOH-oldat segítségével.

b) Hány ml KOH oldat szükséges ehhez?

c) Mi lesz az oldat pH-ja, ha 5,00 g tiszta lizint oldunk 100,0 ml tiszta vízben? Mi a lizin egyes formáinak koncentrációja ebben az oldatban?

(thai feladat)

H269. Az alábbi feladat megoldásában a KÖKÉL 2008/2. számában (110. oldal) megjelent spektroszkópiai összefoglaló segíthet.

Oldatok vastartalmát spektrofotometriás méréssel is meg lehet határozni pl. a Fe(II)-ionból és az **L** komplexképzőből kapható komplexek vizsgálatával 5,00 pH-n. Az így kapható FeL_3 komplex 520 nm-en intenzív fényelnyelést mutat, míg a szabad fémion és a ligandum az egész látható tartományban nem nyel el.

A FeL és a FeL_2 komplex esetében is található olyan hullámhossz, ahol csak ezek nyelnek el: a FeL , X nm-en, moláris abszorptivitása $50 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$; a FeL_2 Y nm-en, $200 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$. A FeL_x komplexek lépcsőzetes képződési állandói K_1 , K_2 és K_3 .

A komplexek fényelnyelését és képződését a következő kísérletekkel vizsgálták. Egy 1,00 cm-es küvettában vizsgált oldat abszorbanciája X nm-en 0,400 volt. Az oldat $1,00 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ szabad Fe^{2+} -t és $2,00 \cdot 10^{-6} \text{ M}$ szabad **L**-t tartalmazott. További **L**-oldat hozzáadása után az oldat elnyelése Y nm-en is 0,400 lett, miközben $2,00 \cdot 10^{-6} \text{ M}$ volt a szabad FeL , és $2,00 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ a szabad **L** koncentrációja.

a) Számítsd ki a mérések alapján a FeL_x komplexek első két lépcsőzetes képződési állandóját, K_1 -t és K_2 -t!

A további méréseket 520 nm-en végezték. Két oldatot készítettek, majd egy 1,00 cm-es küvettában megmérték az abszorbanciájukat. Az első oldat teljes Fe tartalma $6,25 \cdot 10^{-5} \text{ M}$, a teljes **L** tartalma $2,20 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ volt, ennek abszorbanciája 0,750. A másik oldatba $3,25 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ Fe-t és $9,25 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ **L**-t mértek be. Az egyensúlyi oldat elnyelése 0,360 volt.

b) Számítsd ki a mérések alapján a FeL_3 komplex moláris abszorptivitását ezen a hullámhosszon! Mi a FeL_3 komplex lépcsőzetes képződési állandója, K_3 és a kumulatív (fémionból és szabad ligandumból) képződési állandója?

Az **L** ligandum elemanalízise szerint összetétele 80 m/m% C, 4,44 m/m% H és 15,56 m/m% N.

c) Mi lehet a szerkezete?

Az alábbi modellkísérlettel a vas emésztését és felszívódását vizsgálták. Egy gondosan megőrölt 0,4215 grammos vaspótló tablettát 10 ml vízzel és 0,375 ml emésztőenzim (pepszin) oldatával összekeverték, és a pH-t 2,00-ra állították sósavval, majd a keveréket 12,50 ml térfogatban átvitték egy dializáló tasakba. Ezt két órára 20,00 ml 0,01 M HCl-oldatban dializálták (a tasak térfogata nem változott). Az eljárás végén a felszabaduló vas koncentrációja a tasakon belül és kívül megegyezett.

A dializált oldat 5 ml-éhez redukálószerrel adtak, megfelelő pH-ra állították, feleslegben **L**-t adtak hozzá, és mérőlombikban 50 ml-re felhígították. Ennek az oldatnak az abszorbanciája 520 nm-en 0,550 volt.

d) Mi volt a dializált oldat vaskoncentrációja (mg/l egységben)? Mi volt a tablettá felszívódó vastartalma tömegszázalékban?

(thai feladat)

H270. A legegyszerűbb négyértékű sav, a metán-tetrakarbonsav nem létképes, azonnal elbomlik. Bár a sav nem létezik, a tetrametil-észterét ($\text{C}(\text{CO}-\text{O}-\text{CH}_3)_4$) már 1913-ban előállították.

Ez a fehér, kristályos anyag vízben nem oldható, de NaOH-oldatban lassan feloldódik (**A**). Ha ehhez az oldathoz fölöslegben sósavat adunk, akkor nem keletkezik a metán-tetrakarbonsav, hanem gázfejlődést tapasztalunk, és az oldatból egy fehér szilárd anyag válik ki (**B**). Ezt az anyagot kiszűrjük és megszáritjuk. Az anyag egy 1,212 g-os részletét oldjuk 1,521 g KOH és 20 ml víz elegyében. Az oldathoz addig adagolunk részletekben 10 m/m%-os ecetsavat, míg a pH 7,5 lesz. Ehhez 2,31 g ecetsavra van szükség.

Írd fel az **A** és **B** reakciók egyenletét!

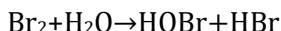
(Kóczán György)

Megoldások

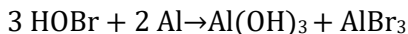
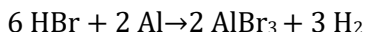
A66. a) Az alumínium reakciója jóddal és a brómmal is nagyon heves, exoterm folyamat. Mindkét esetben a felszabaduló hő hatására halogéngőzök keletkeznek, valamint a termék is elpárologhat vagy elszublimálhat. A jódos reakció beindításához katalizátor alkalmazása szükséges (pl. vizet szoktak alkalmazni a kísérletbemutatókon), amíg a brómos reakció katalizátor nélkül is nagyon gyorsan, hevesen beindul.

b) A brómos víz elszíntelenedik, s enyhe gázfejlődés is tapasztalható. A reakció nem lesz heves, mivel a felszabaduló hőt a víz veszi fel, így alacsonyabb hőmérsékleten játszódik le a reakció, s emiatt halogéngőzök sem keletkeznek.

c) A Br_2 és a víz közötti reakció egyenlete:



d) A fenti molekulák reakciója alumíniummal:



A megoldások között számos majdnem hibátlan volt. Általános hibaként elmondható, hogy a beküldők többsége nem vette figyelembe a hipobrómossav oxidáló tulajdonságát. Az átlagpontszám 7,8 lett.

(Broda Balázs)

A67. a) Az evakuált edény nyomása a gőztérbe kerülő, kezdetben folyékony halmazállapotú anyag miatt nő meg, így az ideális gázok állapotegyenletét használva:

$$M = \frac{mRT}{pV} = 98,95 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \approx 99 \frac{\text{g}}{\text{mol}}.$$

A titrálással a vízben való feloldás során keletkező HCl anyagmennyiségét határoztuk meg. Tudva, hogy a NaOH és a HCl 1:1 arányban reagálnak, a keletkező HCl anyagmennyisége:

$$n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = 6,07 \text{ mmol}$$

A felhasznált folyadék anyagmennyisége:

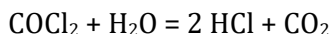
$$n = \frac{m}{M} = 3,03 \text{ mmol} = \frac{n(\text{HCl})}{2}$$

Ebből következik, hogy molekulánként két Cl-atomot tartalmaz az ismeretlen anyag. Mivel a molekulatömege 99 g/mol, így a két Cl atomon kívül csak egy C és egy O atomot tartalmazhat.

Tehát a vegyület összegképlete COCl_2 . Ez az anyag a foszgén.

b) A nitrogéngáz átbuborékoltatásával a CO_2 gázt űzzük ki az oldatból, hogy ne zavarja a sav-bázis titrálást.

c) A vízben feloldott foszgén anyagmennyiségének kétszerese keletkezik az oldódás során. Így az oldódás reakcióegyenlete már könnyen kikövetkeztethető:



d) Az első világháborúban harci gázként használták. Ma a vegyiparban használják bizonyos műanyagok előállításánál, továbbá a laborban szerves szintézisek alapanyagaként is.

(Pálfy Gyula)

A68. a) A felezési idő elteltével a nuklidok fele szenved bomlást, ezek közül azok 15,3 %-a alfa-bomlást, a többi olyat, amelynek során a tömegszám változatlan marad (elektronbefogás). Mivel az alfa-bomlás során a tömegszám 4-gyel csökken, így a felezési idő elteltével az összes nuklid felének a 15,3 %-ának (7,65 %) a tömegszáma csökken 4-gyel, a többi változatlan marad.

Definiálhatunk egy „átlagtömegszámot” a felezési idő elteltével az alábbi módon:

$$A(\text{átlag}) = 257 \cdot 0,9235 + 253 \cdot 0,0765 = 256,69$$

Ezek alapján a minta tömege az így kapott tömegszám és az eredeti tömegszám arányában fog megváltozni.

$$m(\text{minta}) = 5,000 \text{ ng} \cdot 256,7 / 257,0 = 4,994 \text{ ng}$$

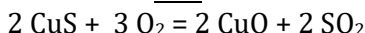
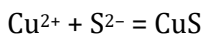
b) A bomlástermék a 253-as (257-4) tömegszámú, 99-es (101-2) rendszámú einsteinium, a felezési idő pedig $T_{1/2} = 5,52$ óra. A többi mendelévium izotópból a 257-es (hiszen ez változatlan marad) tömegszámú, 100-as (101-1) rendszámú fermium keletkezik.

c) A keletkezett termékek további bomlásából származó tömegváltozás azért hanyagolható el, mert a felezési idejük jóval nagyobb, mint a mendelévium felezési ideje (einsteinium adott izotópjá: kb. 20 nap, fermium adott izotópjá: kb. 100 nap).

Teljesen hibátlan megoldás nem született, bár sok esetben csak apróbb elnézések okozták a pontvesztéseket. Gyakorta előforduló hiba volt a felezési idő fogalmának rossz értelmezése. Az átlagpontszám 6,5 lett.

(Broda Balázs)

A69. A réz(II)-szulfát-oldat és a kén-hidrogén-oldat reakciójakor, illetve a kiváló fekete réz(II)-szulfid csapadék levegőn való hevítésekor lejátszódó reakciók egyenletei:



a) A réz(II)-szulfid levegőn való hevítésekor keletkező 0,808 g réz(II)-oxid anyagmennyisége $0,808 \text{ g} / (79,55 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) = 0,01016 \text{ mol}$, ez 0,01016 mol Cu^{2+} -ból származik, amely 0,01016 mol $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ -ban van. Ez azonban csak a készített oldat 25-öd részében volt. Az eredeti oldatban $0,01016 \text{ mol} \cdot 25 = 0,2540 \text{ mol}$ rézgálic volt, ami 63,43 g.

b) 0,01016 mol réz(II)-oxid 0,01016 mol réz(II)-szulfidból keletkezett. Ehhez 0,01016 mol kén-hidrogénre volt szükség, amelyet azonban kétszeres feleslegben alkalmaztunk.

Ez összesen $0,01016 \text{ mol} \cdot 2 \cdot 34,08 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,6925 \text{ g}$ H_2S . A kén-hidrogén-oldat 0,30 m/m%-os volt, azaz $0,6925 \text{ g} / 0,003 = 231 \text{ g}$ kén-hidrogén-oldatot használtunk.

A pontátlag 6,6 pont, hibátlan megoldás nem született. Sokan rosszul értelmezték a feladatot és a keletkező réz(II)-szulfid tömegét vették 0,808 g-nak. Néhányan pedig elfelejtettek azzal számolni, hogy a kén-hidrogénes reakciót 500 cm³ oldat helyett csak 20 cm³-vel végeztük el, így az a) feladatrészben rossz végeredményt kaptak.

(Palya Dóra)

A70. a) A feladat szövege szerint 10 ppm koncentrációtól válik az allil-izotiocianát szaga elviselhetetlenné. Egy tanterem minimális térfogata hazánkban $52 \text{ m}^2 \cdot 3 \text{ m} = 156 \text{ m}^3$, ennek $10 \cdot 10^{-6}$ része, $1,56 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ kell, hogy allil-izotiocianát legyen. A gáztörvény segítségével

kiszámítható, hogy ez mekkora anyagmennyiségű vegyületet jelent standard légköri nyomáson (10^5 Pa) és $22\text{ }^\circ\text{C}$ -on (295 K):

$$10^5\text{ Pa} \cdot 1,56 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3 = n \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 295\text{ K}$$

Ebből n értéke $6,36 \cdot 10^{-2}$ mol. Az allil-izotiocianát moláris tömege $99,1\text{ g/mol}$, ennek segítségével a szükséges vegyület tömege $6,30\text{ g}$. Tehát legalább $6,30\text{ g}$ allil-izotiocianátot kell a levegőbe fecskendezni a legkisebb engedélyezett tanterem esetén, hogy annak szaga már elviselhetetlen legyen.

b) A halálos adag 151 mg testsúlykilogrammonként. Egy 50 kg tömegű diák esetén ez alapján a halálos adag $50 \cdot 151\text{ mg} = 7550\text{ mg} = 7,55\text{ g}$. Ehhez képest az a) feladatrészen kiszámolt érték kisebb, tehát elvileg túlélhetné a diák azt, ha $6,30\text{ g}$ allil-izotiocianátot lenyelne.

A feladatra 5 tanuló küldött be hibátlan megoldást, a pontszámok átlaga 7,8 pont. Néhány esetben a szükséges allil-izotiocianát térfogatának, valamint anyagmennyiségének kiszámítása okozott gondot. Utóbbihoz többen is a gáztörvény alkalmazása helyett olyan moláris térfogat értéket használtak, mely nem $22\text{ }^\circ\text{C}$ -ra vonatkozik.

(Vörös Tamás)

K256. A vízmentes kalcium-klorid oldáshőjét a megadott képződéshő adatokból számoljuk ki:

$$\Delta_o H^0(\text{CaCl}_2) = 2\Delta_k H^0(\text{Cl}^-) + \Delta_k H^0(\text{Ca}^{2+}) - \Delta_k H^0(\text{CaCl}_2) = -81\text{ kJ/mol}.$$

A 2 g , azaz $0,018\text{ mol}$ kalcium-klorid oldódásakor bekövetkező hőváltozás $-81 \cdot 0,018\text{ kJ} = -1,46\text{ kJ}$. A kalcium-klorid oldódása exoterm, míg az ammónium-klorid oldódása endoterm folyamat. Nem változik meg az oldat hőmérséklete, ha annyi ammónium-kloridot adunk hozzá, hogy az oldódáskor bekövetkezett hőváltozás $1,46\text{ kJ}$. Az ammónium-klorid oldáshője

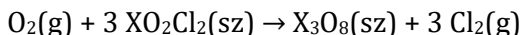
$$\Delta_o H^0(\text{NH}_4\text{Cl}) = \Delta_k H^0(\text{Cl}^-) + \Delta_k H^0(\text{NH}_4^+) - \Delta_k H^0(\text{NH}_4\text{Cl}) = 14\text{ kJ/mol}.$$

Ez alapján $1,46/14\text{ mol} = 0,10\text{ mol}$, vagyis $5,6\text{ g}$ ammónium-kloridot kell feloldanunk, hogy ne változzon az oldat hőmérséklete.

A feladat könnyűnek bizonyult, a beküldők többsége maximális pontot ért el.

(Simkó Irén)

K257. a) A lejátszódó reakció rendezett egyenlete:



b) Az egyszerűség kedvéért induljunk ki 1,00 mol oxigénből és 3,00 mol ismeretlen oxikloridból! 25%-os konverzió esetén 0,25 mol O_2 , valamint ennek megfelelően az egyenlet alapján 3-szor ennyi, vagyis 0,75 mol XO_2Cl_2 alakul át. A reakció lejátszódását követően az edényben 0,75 mol O_2 (g), 2,25 mol XO_2Cl_2 (sz), továbbá 0,25 mol X_3O_8 (sz) és 0,75 mol Cl_2 (g) lesz. Az ismeretlen fém moláris tömegét M_x -szel jelölve a szilárd fázis és a gázfázis tömegaránya az alábbi módon írható fel:

$$\frac{m_{\text{szilárd}}}{m_{\text{gáz}}} = \frac{n(\text{XO}_2\text{Cl}_2) \cdot M(\text{XO}_2\text{Cl}_2) + n(\text{X}_3\text{O}_8) \cdot M(\text{X}_3\text{O}_8)}{n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) + n(\text{Cl}_2) \cdot M(\text{Cl}_2)}$$

$$\frac{12,67}{1,000} = \frac{2,25 \cdot (M_x + 32,0 + 70,9) \text{g} + 0,25 \cdot (3 \cdot M_x + 8 \cdot 16,0) \text{g}}{0,75 \cdot 32 \text{g} + 0,75 \cdot 70,9 \text{g}}$$

Az egyenletet megoldva M_x értékére 238 g/mol adódik, mely megfelel az urán moláris tömegének. Tehát **X** az uránt (U) jelöli.

A feladatra összesen 22 megoldás érkezett. A beküldők többsége helyesen oldotta meg a feladatot, a pontszámok átlaga 9,8 pont.

(Vörös Tamás)

K258. a) Induljunk ki x anyagmennyiségű etanolt és y anyagmennyiségű vizet tartalmazó oldatból (mivel az elegyben úgy tekintjük, hogy mindkét anyag jelen van, így x és y pozitív valós számok – egyébként nyilván a tiszta vízben és a tiszta etanolban megegyezik a mólszázalékos és a tömegszázalékos összetétel). Ekkor a moláris tömegek felhasználásával az oldat $46x$ gramm etanolt és $18x$ gramm vizet tartalmaz, így felírható a kétféle összetétel egyenlősége:

$$\frac{46x}{46x+18y} = \frac{x}{x+y}.$$

A nevezőkkel beszorozva:

$$46x^2 + 46xy = 46x^2 + 18xy$$

Amiből egyszerűsítés és xy -nal történő osztás (x és y pozitívak, így szorzatuk nem 0) után $46 = 18$ adódik, ami ellentmondás, így a tömegszázalékos és a mólszázalékos összetétel nem lehet azonos.

b) A részecskeszám az Avogadro-szám alapján egyenesen arányos az anyagmennyiséggel, így akkor lesz több etanolmolekula az oldatban, ha az etanol anyagmennyisége nagyobb a vízénél, azaz az oldat több mint 50 mólszázalékos. Vizsgáljuk ezt a határesetet, legyen mindkét anyagból 1-1 mól az oldatban, ekkor az oldat 46 gramm etanolt és 18 gramm vizet tartalmaz, azaz össztömege 64 g, így az alkoholra nézve 71,9 tömegszázalékos. Az ehhez tartozó sűrűséget a függvénytáblázat adataiból interpolálással könnyedén meghatározhatjuk (a 70 és a 75 tömegszázalékos oldat között a sűrűségváltozást lineárisan közelítjük, így következtetünk a 71,9 tömegszázalékos oldat sűrűségére), vagy az interneten fellelhetünk több adatot tartalmazó táblázatot is. A kapott sűrűség: $0,863 \text{ g/cm}^3$. Így az oldat térfogata $74,15 \text{ cm}^3$. Mivel a bemérési alkohol tiszta alkohol, így sűrűsége $0,7893 \text{ g/cm}^3$, így térfogata $58,3 \text{ cm}^3$, amiből a térfogatszázalékos összetétel 78,6 százaléknak adódik.

Tehát ha az oldat több mint 78,6 térfogatszázalékos, akkor lesz több etanolmolekula az oldatban.

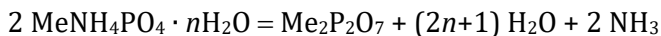
c) Legyen az oldatunkban „ a ” gramm alkohol és „ b ” gramm víz, ekkor az össztömeg grammban mérve $(a+b)$. Legyen „ ρ ” az oldat sűrűsége, az alkohol sűrűségét ismerjük. Így az egyenlőség miatt fennáll:

$$\frac{a}{a+b} = \frac{\frac{a}{0,7893}}{\frac{a+b}{\rho}} = \frac{a}{a+b} \frac{\rho}{0,7893}$$

Innen már látható, hogy a két oldal közt egyenlőség akkor és csak akkor teljesülhetne (tekintve, hogy a és b pozitív valós számok), ha az oldat sűrűsége $\rho = 0,7893 \text{ g/cm}^3$, azaz megegyezik a tiszta alkohol sűrűségével, ami pedig csak akkor állna fenn, ha az oldat tiszta alkohol lenne (de ekkor b nem pozitív szám, ami ellentmondás).

(Csorba Benjámin)

K259. a) A hevítések során az alábbi bruttó reakció játszódik le:



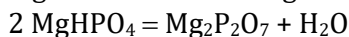
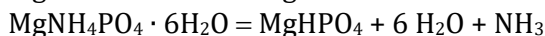
A NaOH-os gázmosó a bomlástermékek közül a vizet köti meg, a kénsavas gázmosó pedig az ammóniát.

Tehát az 50°C -ra való melegítés során $3,673 \text{ g}$ víz távozik a sóból, ez $0,2041 \text{ mol}$. A 60°C -ra való melegítés során pedig $4,408 \text{ g}$ ($0,2449 \text{ mol}$)

víz és 0,693 g (0,0408 mol) ammónia szabadul fel. Ekkor az összes kristályvíz és ammónia eltávozik, ezek mólaránya az előzőek alapján 6:1. Az 1100 °C-ra való melegítés során újabb 0,367 g (0,0204 mol) víz szabadul fel. Az egyenletben felírt együtthatók szerint $(2n+1)/2 = (0,2449+0,0204)/0,0408$, ami alapján $n = 6$ adódik.

A felírt egyenlet alapján $n(\text{Me}_2\text{P}_2\text{O}_7) = n(\text{NH}_3)/2 = 0,0204$ mol. $m(\text{Me}_2\text{P}_2\text{O}_7) = 10 - 4,408 - 0,693 - 0,367 = 4,532$ g. Vagyis $M(\text{Me}_2\text{P}_2\text{O}_7) = m/n = 222,2$ g/mol, amiből az ismeretlen fémre $M = 24,1$ g/mol, ami a magnézium. Tehát a magnézium sóját melegítettük, a só képlete pedig $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

b) Az 50 °C-os és a 60 °C-os reakció között a felszabaduló kristályvíz mennyiségében különbség van, az első esetben 0,2041 mol, a második esetben 0,2449 mol víz szabadul fel, ezek aránya 5:6. Ezek alapján a végbemenő reakciók egyenletei:



(Rutkai Zsófia)

K260. Vizsgáljuk elsőként azt az esetet, ha a keverék a lehető legkevesebb ammónium-nitrátot tartalmazza! A három vegyület közül az NH_4NO_3 oldáshő értéke a legnagyobb. Tehát abban az esetben, ha ebből van a keverékben a legkevesebb, úgy az elnyelt hő értéke a lehető legkisebb, vagyis 5,00 gramm tömegű keverék oldása esetén $1,06 - 0,08 \text{ kJ} = 0,98 \text{ kJ}$. Ez 1,00 gramm keverék esetén ennek az ötödét, vagyis 0,196 kJ hő elnyelődését jelenti. Az AgNO_3 -os titrálás során a kloridsók reagálnak ($\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}$). Abban az esetben, ha nitrátból a lehető legkevesebb van, úgy az AgNO_3 fogyás értéke a lehetséges legnagyobb, vagyis 1,00 gramm keverék tizedének a titrálása során $14,4 \text{ cm}^3 + 0,2 \text{ cm}^3 = 14,6 \text{ cm}^3$. Ez a $10,0 \text{ cm}^3$ -es részlet titrálása esetén $14,6 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \cdot 0,100 \text{ mol/dm}^3 = 1,46 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ Ag^+ -t (és ugyanennyi Cl^- -t) jelent. A teljes 100 cm^3 törzsoldatban, melyben az 1,00 gramm mintát oldották, tízszer ennyi, vagyis $1,46 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ kloridion volt összesen. Jelölje n_1 a NaCl ($M = 58,5 \text{ g/mol}$), n_2 az NH_4Cl ($M = 53,5 \text{ g/mol}$), míg n_3 az NH_4NO_3 ($M = 80,0 \text{ g/mol}$) anyag-mennyiségét 1,00 gramm tömegű keverékben! Ebben az esetben a

keverék tömegére, a felszabaduló hőmennyiségre, valamint az AgNO_3 -os titrálás adataira az alábbi három egyenlet írható fel:

$$n_1 \cdot 58,5 \text{ g} + n_2 \cdot 53,5 \text{ g} + n_3 \cdot 80,0 \text{ g} = 1,00 \text{ g}$$

$$n_1 \cdot 3,88 \text{ kJ} + n_2 \cdot 14,8 \text{ kJ} + n_3 \cdot 25,7 \text{ kJ} = 0,196 \text{ kJ}$$

$$n_1 + n_2 = 1,46 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

Az egyenleteket megoldva az NH_4NO_3 anyagmennyiségére $n_3 = 2,29 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ adódik ($n_1 = 7,22 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ és $n_2 = 7,38 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ értékek mellett). Az NH_4NO_3 tömege az 1,00 gramm keverékben tehát legalább $2,29 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 80,0 \text{ g/mol} = 0,183 \text{ g}$. A keverék minimális NH_4NO_3 tartalma $18,3 \text{ m/m}\%$.

Vizsgáljuk most azt az esetet, ha a keverék a lehető legtöbb ammónium-nitrátot tartalmazza! Ekkor az elnyelt hő értéke a fentiekkel ellentétben a lehető legnagyobb, vagyis 5,00 gramm tömegű keverék oldása esetén $1,06 + 0,08 \text{ kJ} = 1,14 \text{ kJ}$, 1,00 gramm tömegű keverékre vonatkoztatva $0,228 \text{ kJ}$. Az AgNO_3 -os titrálás során a fogyás értéke pedig a lehető legkisebb, vagyis $14,4 \text{ cm}^3 - 0,2 \text{ cm}^3 = 14,2 \text{ cm}^3$. Ez a teljes törzsoldatra $1,42 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ kloridiont jelent összesen. A fentihez hasonló jelöléseket alkalmazva a felírható három egyenlet ebben az esetben:

$$n_1 \cdot 58,5 \text{ g} + n_2 \cdot 53,5 \text{ g} + n_3 \cdot 80,0 \text{ g} = 1,00 \text{ g}$$

$$n_1 \cdot 3,88 \text{ kJ} + n_2 \cdot 14,8 \text{ kJ} + n_3 \cdot 25,7 \text{ kJ} = 0,228 \text{ kJ}$$

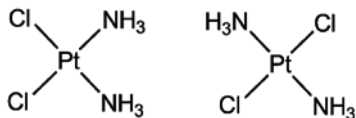
$$n_1 + n_2 = 1,42 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

Az egyenletek megoldásából $n_3 = 2,71 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ adódik (továbbá $n_1 = 4,74 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ és $n_2 = 9,46 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$). Ez alapján az NH_4NO_3 maximális tömege $2,71 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 80,0 \text{ g/mol} = 0,217 \text{ g}$ az 1,00 gramm keverékben. Tehát a maximális NH_4NO_3 tartalom $21,7 \text{ m/m}\%$.

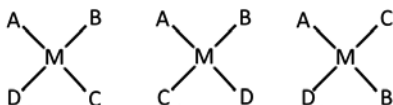
A feladatra összesen 12 hibátlan megoldás érkezett, a pontszámok átlaga 8,0 pont. Több tanuló azokban az esetekben számolta ki a százalékos NH_4NO_3 tartalmat, amikor mind az elnyelt hő, mind az AgNO_3 fogyása egyszerre maximális/minimális, ezek azonban nem a lehetséges szélsőértékeket adják meg.

(Vörös Tamás)

H256. a) Síknégyszetesen elhelyezkedő 2-2 ligandum esetében ezek vagy egymás mellett vagy egymással szemben helyezkednek el. Az izomerek geometriai izomerek, fizikai tulajdonságaik is eltérnek. Szerves vegyületeknél nem jellemző ez a szerkezet, de fémkomplexek esetében több példa is van ilyen izomerekre. Az egyik legismertebb az ábrán mutatott cisz-platin és transz-platin.



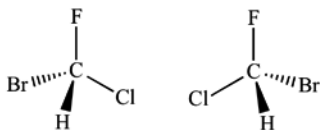
b) Négy különböző, síknégyszetesen elhelyezkedő ligandum (A, B, C, D) esetében is érdemes a relatív elrendeződésekre figyelni. Csupán három lehetséges kombináció adódik.



Más megközelítéssel: A 4 ligandum 4!-féleképp rendezhető sorba. Viszont a négyzet csúcsain nincs kezdőpozíció, ugyanaz a sorrend 4-szer megjelenik ezek között el-elforgatva. A síknégyszetes geometria miatt az ellentétes körüljárási irányú elrendeződések is fedésbe hozhatók, tehát végül fele annyi, $6/2=3$ elrendeződés azonosítható.

c) Tetraéderesen elhelyezkedő 2-2 ligandumra sok vegyületben lehet példát találni, ilyen a diklór-metán is. Ezeknek nincsenek sztereo-izomerjei.

d) A központi atom körül 4 eltérő ligandumot tetraéderesen tartalmazó vegyület a királis vegyületek alappéldája. Ekkor két izomer létezik (enantiomerek), amelyek egymás tükörképei.



e) i. A korannulén esetében a helyzet emlékeztet a b) pontra, csak hogy nem 4, hanem 5 ligandumot kell elhelyezni ekvivalens pozíciókba. A 5 ligandum 5! sorrendjéből 5-5-5 ismétlődik, hisz a körkörös

elhelyezkedő pozíciók között nincs első, vagy más módon kitüntetett hely. A körüjárási irányban eltérő elrendeződések viszont most nem ekvivalensek egymással, ugyanis merev korannulén tál esetén a két irányú izomer nem hozható fedésbe, egymásnak tükörképei csupán. A izomerek száma tehát $4! = 24$.

ii. Ha a tál nem merev, akkor ezek a tükörképi párok a tál kifordulásával egymásba tudnak alakulni, fele annyi, 12 elkülönülő izomer létezik.

iii. Az izomerek abszolút konfigurációja ezeket az enantiomerpárokat kell megkülönböztetnünk egymástól. Az egyes párok ugyanis szerkezeti izomerek, az elnevezésüket a korannulén számozását használva nem nehéz megadni.

Egy kézenfekvő lehetőség kiválasztani egy irányított tengelyt, például a korannulén forgástengelyét a tál belseje felől nézve. A következő lépés, hogy a CIP konvenció szerint megszámozott szubsztituensek esetében definiálni kell a tengely körüli körüjárási irányt. A sok lehetőség közül egy lehetséges az 1. sorszámú szubsztituens két szomszédja közül a kisebb sorszámú felé tartó irány. A két lehetőséget definiálhatjuk a két konfiguráció gyanánt.

(Magyarfalvi Gábor)

H257. a) **A** vegyület egyszeresen ionizált molekulaionjának tömegspektrumában két, hozzávetőlegesen azonos és nagy intenzitású csúcs található 171, valamint 173 m/z értékeknél. Ez valószínűsíthetően arra utal, hogy **A** molekulájában megtalálható egy olyan elem atomja, mely a természetben két, kb. azonos mennyiségben előforduló izotópnuclidokkal rendelkezik 2 tömegszámkülönbséggel. Az előbbi kritériumoknak a periódusos rendszer elemei közül kizárólag a bróm felel meg. **B** és **C** vegyületek tömegspektrumjainak feltüntetett részlete állításunkat megerősíti, ugyanis **B** esetén kb. 1:2:1 arányban, míg **C** esetén nagyjából 1:3:3:1 arányban jelennek meg nagyobb intenzitású csúcsok a spektrumon két-két tömegszámkülönbséggel. Ezek alapján **A** molekulája egy, **B**-é kettő, **C**-é pedig három brómatomot tartalmaz (ld. binomiális eloszlás).

Mivel szerves aromás vegyületekről van szó, így feltételezhető, hogy szén-, illetve hidrogénatomokat mindannyian tartalmaznak. A

továbbiakban megmutatjuk, hogy a C-, H-, és Br-atomok mellett milyen negyedik elemet tartalmaz mindhárom anyag.

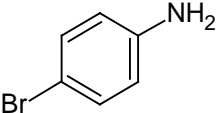

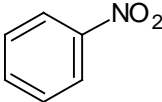
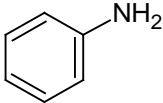
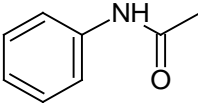
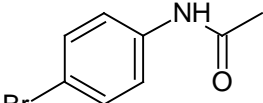
A 171-es m/z értékhez a ^{79}Br -, míg a 173-as értékhez a ^{81}Br -izotóp nuklidot tartalmazó **A** molekulák tartoznak; a fennmaradó atomok tömegszámának összege 92. A három megadott tömegspektrumból nyert adatok közül az is nagy jelentőséggel bír, hogy a csak pl. ^{79}Br -izotóp nuklido(ka)t tartalmazó vegyületek tömegszámbeli különbsége 154 **A-B** és **B-C** esetekben. ^{81}Br -izotóp nuklidok esetén analóg módon ez az érték 156. Levonva ezekből a számadatokból a megfelelő brómizotóp tömegszámát, 75-öt kapunk eredményül. Mivel ismert, hogy **A**, **B** és **C** egy szerves vegyületcsalád három különböző tagja, illetve észrevettük, hogy az **A**, **B** és **C** vegyületek molekulái azonos csoportban különböznek egymástól, így valószínűleg úgy származtathatók egymásból, hogy egy H-atomot a megfelelő szerves csoporttal szubsztituálunk, emiatt $75 + 1 = 76$ az aromás csoportban található atomoknak a tömegszámösszege a brómot leszámítva. $92 - 76 = 16$ a további atom(ok) tömegszáma/tömegszámösszege. Kézenfekvő megoldás lenne az oxigén, azonban ez esetben sehogy sem konstruálható a fenti kritériumoknak megfelelő szerkezet. A másik gyakori heteroatom szerves vegyületekben a nitrogén, amely ez esetben csak akkor lehetséges, ha két további H-t is tartalmaz még a vegyület, ami pl. aminocsoport formájában megvalósulhat. Más heteroatom esetén nem létezik olyan molekula, mely minden feltételt teljesítene, tehát a negyedik elem az **A**, **B** és **C** vegyületben egyértelműen a nitrogén.

A három vegyület összegképlete is megadható: **A** egy N- és egy Br-atomot tartalmaz, ekkor $171 - 14 - 79 = 78$ tömegszámösszeg marad vissza a szén-, illetve hidrogénatomoknak, amely csakis hat ^{12}C -es és szintén hat ^1H -es izotóp nuklid esetén lehetséges, azaz az **A** vegyület összegképlete $\text{C}_6\text{H}_6\text{BrN}$. Az elkövetkezőekben meghatározzuk, hogy mi lehet az a szerves csoport, mely kapcsolatot teremt a három vegyület között. Azt már korábban megállapítottuk, hogy brómot tartalmaz, továbbá ismert, hogy 76 a tömegszámösszege a többi részének, ha a leggyakoribb izotóp nuklidok jelenlétét feltételezzük benne. N-t nem tartalmazhat, mivel akkor nem kapnánk kémiai helyes szerkezetet ($\text{C}_5\text{H}_2\text{N}$ lehetne egyedül elképzelhető), ezért csak C- és H-atomok alkotják. Figyelembe véve, hogy aromás a csoport, kizárólag a

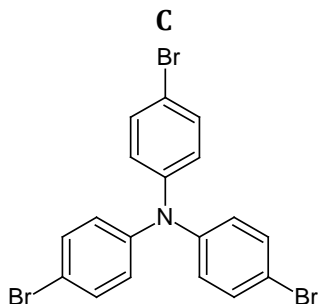
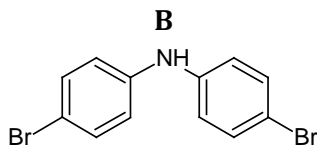
C_6H_4Br összegképlet feleltethető meg vele, amely nagy eséllyel o-/m-/p-brómfenilcsoportként jelenik meg a molekulákban. A kérdéses szerves csoport ismeretében megadható **B** és **C** vegyületek összegképlete is: **B** vegyület a $C_{12}H_9Br_2N$, míg **C** anyag a $C_{18}H_{12}Br_3N$ összegképlettel írható le.

b) A **D** vegyület (az aromás vegyületcsalád legjelentősebb és legegyszerűbb szénhidrogén képviselője) a benzol, melyet nitrálva nitrobenzolhoz (**E**) jutunk. Belőle a Béchamp-féle redukciós folyamat során anilin (**F**) keletkezik, amely ecetsavanhidrid hatására acetaniliddé (**G**) alakul. A jégecetben végrehajtott brómozás eredményeként döntő többségben p-brómacetanilid (**H**) képződik, melyet savas hidrolízisnek alávetve kapható az előállítani kívánt **A** vegyület, a p-brómanilin (a visszalúgosítást követően).

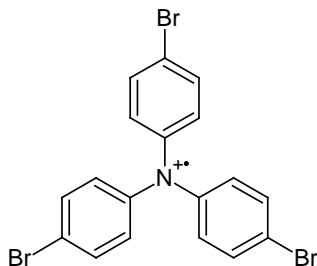
Az **A**, valamint a **D-H** betűk által jelölt vegyületek szerkezete:

<p style="text-align: center;">A</p> 	<p style="text-align: center;">D</p> 	<p style="text-align: center;">E</p> 
<p style="text-align: center;">F</p> 	<p style="text-align: center;">G</p> 	<p style="text-align: center;">H</p> 

c) Mivel az **A**, **B**, **C** vegyületekben a központi heteroatomhoz (nitrogénatom) ugyanaz a szubsztituált aromás csoport/ok (p-brómfenilcsoport/ok) kapcsolódnak, így a **B** és a **C** vegyületek szerkezete a következő:



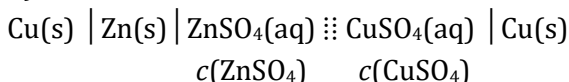
d) A **C** vegyületet CH_2Cl_2 -ben antimon-pentakloriddal reagáltatva az **I** sóhoz jutunk. A folyamat során az SbCl_5 egy része SbCl_3 -má redukálódik, miközben oxidálja a **C** vegyületet. A só valószínűsíthetően a **C** vegyületből létrejövő kationból és az SbCl_5 -ből létrejövő anionból áll. Ismert, hogy **I** klórtartalma 26,1 m/m%. Ennek felhasználásával meghatározható, hogy kizárólag 6 Cl-atom esetén kapunk a só moláris tömegére releváns megoldást, azaz a só anionja a hexakloro-antimonát(V)-anion, képlete: $[\text{SbCl}_6]^-$, kationja pedig a kapott moláris tömegből ($M(\text{I}) = 816,48 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$) egyértelmű, hogy a N nemkötő elektronpárjából egy elektron leszakadásával képződött gyökkation, szerkezete:



A feladat alapvetően könnyűnek bizonyult, viszont csupán egy teljes értékű, hibátlan megoldás (Turi Soma) született a figyelmetlenségek, pontatlanságok, valamint az indoklások hiánya miatt. A beküldők többsége az a) feladatrészben vesztett pontot, ugyanis sokan elfeledkeztek a Br-tól eltérő heteroatom vizsgálatáról. Kiemelkedő megoldást nyújtott be még Mihalicz Ivett, Sajgó Máttyás, illetve Stenczel Tamás Károly. Átlagpontszám: 7,52 pont.

(Baglyas Márton)

H258. a) Először írjuk fel a celladiagramot (bal oldalra minden esetben a B cellát, amíg jobb oldalra az A cellát helyezzük a következetesség kedvéért).



A megoldás elején érdemes tisztázni az alapvető fogalmakat. Az elektromotoros erő a cellafeszültség azon határértéke, amikor a cellához kapcsolt külső áramkörben nem folyik áram és a fázishatárokon egyensúly áll fenn (kivéve az elektrolit/elektrolit csatlakozást). A cellafeszültség a celladiagramban a jobb oldalon lévő elektródhoz csatlakozó fémes hozzávezetés és a bal oldali elektródhoz csatlakozó (az előbbivel azonos anyagi minőségű) hozzávezetés elektromos potenciáljának a különbsége.

$$\varepsilon = \varepsilon(\text{jobb oldali elektród}) - \varepsilon(\text{bal oldali elektród})$$

Az elektromotoros erő kiszámításához szükséges kiszámolnunk a bal oldali, illetve a jobb oldali elektród elektródpotenciálját, amit a Nernst-egyenlet felhasználásával tehetünk meg.

$$\varepsilon = \varepsilon^\circ + RT/(zF) \cdot \ln(c(\text{ox})/c(\text{red})) = \varepsilon^\circ + 0,059 \text{ V}/z \cdot \lg(c(\text{ox})/c(\text{red}))$$

Az a) feladatrészben mivel a komponensek koncentrációja 1 mol/dm³, így a logaritmust tartalmazó tag értéke mindkét esetben 0-val egyenlő.

Ez alapján:

$$E_{\text{MF}} = \varepsilon^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - \varepsilon^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = 0,342 \text{ V} - (-0,760 \text{ V}) = 1,102 \text{ V}$$

A pozitívabb elektród a katód, jelen esetben a Cu²⁺/Cu, a negatívabb elektród az anód, ami itt a Zn²⁺/Zn.

b) A celladiagram megegyezik az előző részben felírttal, azonban a koncentrációk nem egységnyiek, így azokkal is számolni kell.

$$\varepsilon(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = \varepsilon^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) + 0,059 \text{ V}/2 \cdot \lg(c(\text{CuSO}_4))$$

$$\varepsilon(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,342 \text{ V} + 0,059 \text{ V}/2 \cdot \lg(0,01) = 0,283 \text{ V}$$

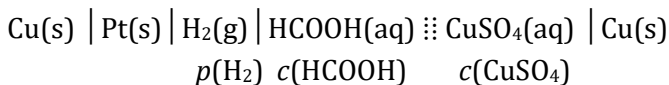
Ugyanígy kiszámolható a másik elektródreakcióra is:

$$\varepsilon(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,760 \text{ V} + 0,059 \text{ V}/2 \cdot \lg(0,05) = -0,798 \text{ V}$$

$$E_{\text{MF}} = \varepsilon(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - \varepsilon(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = 0,283 \text{ V} - (-0,798 \text{ V}) = 1,081 \text{ V}$$

A Cu²⁺/Cu a katód és a Zn²⁺/Zn az anód.

c) A celladiagram ebben az esetben az alábbi:



A Nernst-egyenlet felírásához szükséges ismernünk a H^+ -koncentrációt a bal oldali elektród elektrolitjában. Ennek kiszámítása a savi disszociációs egyensúly felírásával, majd az így kapott egyenlet megoldásával történik:

$$K_{\text{HCOOH}} = [\text{H}^+][\text{HCOO}^-]/[\text{HCOOH}] = [\text{H}^+] \cdot [\text{H}^+]/(c - [\text{H}^+])$$

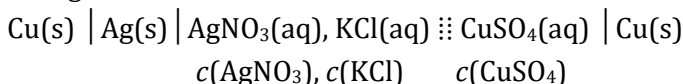
A másodfokú egyenletet megoldva azt kapjuk, hogy $[\text{H}^+] = 1,795 \cdot 10^{-3} \text{ M}$

$$\varepsilon(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0,000 \text{ V} + 0,059 \text{ V} \cdot \lg(1,795 \cdot 10^{-3}) = -0,162 \text{ V}$$

$$E_{\text{MF}} = \varepsilon^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - \varepsilon(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0,342 \text{ V} - (-0,162 \text{ V}) = 0,504 \text{ V}$$

A Cu^{2+}/Cu a katód és a H^+/H_2 az anód.

d) A celladiagram:



A Nernst-egyenlet felírásához ebben az esetben a bal oldali elektród elektrolitjában lévő Ag^+ -koncentrációt kell ismernünk. Ennek kiszámítása az oldhatósági szorzat definíciójának felhasználásával történik (kihasználva, hogy a Cl^- -ionok feleslegben vannak alkalmazva), így $[\text{Ag}^+] = L_{\text{AgCl}}/[\text{Cl}^-]$.

$$\varepsilon(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,800 \text{ V} + 0,059 \text{ V} \cdot \lg(1,56 \cdot 10^{-10}/(0,50 - 0,01)) = 0,239 \text{ V}$$

$$E_{\text{MF}} = \varepsilon^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - \varepsilon(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,342 \text{ V} - 0,239 \text{ V} = 0,103 \text{ V}$$

A Cu^{2+}/Cu a katód és az Ag^+/Ag az anód.

A feladatot a versenyzők több mint fele hibátlanul oldotta meg. Számos beküldő vétett hibát már a Nernst-egyenlet helyes felírásában és használatában. Az átlagpontszám 8,0 lett.

(Broda Balázs)

H259. A $\text{Cu}(\text{OH})_2$ moláris tömege 97,54 g/mol, tehát a foly savban történő oldást követően a kristályvizet mint a $(\text{CuF}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O})$ moláris tömege $M_2 = 1,41 \cdot 97,54 = 137,53$, vagyis a CuF_2 $(137,53 - 97,54)/18 = 2$ mol kristályvízzel kristályosodik.

Hévítés során az anyag hidrogén-fluoridot ($M = 20$ g/mol) és vizet ($M = 18$ g/mol) veszít. Tehát a félig kihevített minta összegképlete $\text{CuH}_x\text{F}_y\text{O}_{(1+x/2-y/2)}$, a teljesen kihevítetté $\text{CuH}_v\text{F}_z\text{O}_{(1+v/2-z/2)}$,

A titrálás során az oldatba beoldódó hidroxidionok kicsapódnak a réztartalommal együtt, azonban a fluoridtartalom helyett kicsapódó hidroxidionok miatt a fluoridtartalommal egyértékű savként lehet számolni. (Itt többen észrevették, hogy a minta feloldásához használt savmennyiség kisebb, mint a minta réztartalma, ez a hiba azonban a számolást nem zavarta.)

Következésképpen, a hozzáadott bázis és sav anyagmennyiségének különbségéből a félig kihevített minta fluoridtartalma:

$$(50 \text{ cm}^3 \cdot 0,100 \text{ mol/dm}^3 - 25,07 \text{ cm}^3 \cdot 0,100 \text{ mol/dm}^3 - 10 \text{ cm}^3 \cdot 0,100 \text{ mol/dm}^3)/100 \text{ mg} = 1,493 \text{ mol/100 g},$$

a teljesen kihevített mintáé

$$(50 \text{ cm}^3 \cdot 0,100 \text{ mol/dm}^3 - 28,90 \text{ cm}^3 \cdot 0,100 \text{ mol/dm}^3 - 10 \text{ cm}^3 \cdot 0,100 \text{ mol/dm}^3)/100 \text{ mg} = 1,11 \text{ mol/100g}.$$

Tehát az egyenletek a félig kihevített mintára:

$$\frac{y}{137,53} = 1,493 \text{ mol/100 g}$$

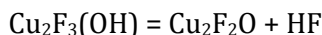
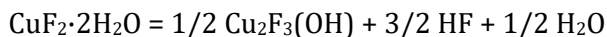
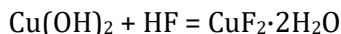
$$y \cdot 19 + x \cdot 1,008 + (1 + x/2 - y/2) \cdot 16 + 63,45 = 137,53$$

$$x = 0,5; y = 1,5$$

A teljesen kihevítettre:

$$\frac{z}{z \cdot 19 + v \cdot 1,008 + (1 - z/2 + v/2) \cdot 16 + 63,45} = 1,11 \text{ mol/100 g}$$

Ezt az egyenletet matematikailag nem lehet egyértelműen megoldani, azonban belátható, hogy csak a $z=1$ és $y=0$ esetén nem fog nőni az oxigéntartalom. Vagyis a reakcióegyenletek:



A feladat jól sikerült a versenyzők többségének, az átlagpontszám 7,1 lett. Akik megtalálták a távozó gázokat, maximális vagy a közeli pontszámokat érték el, közülük is kiemelendők Arany Eszter, Balbisi Mirjam, Fajsi Bulcsú, Kalapos Péter, Sajgó Máttyás és Turi Soma megoldásai.

(Forman Ferenc)

H260. A feladatban a légköri nyomáson és szobahőmérsékleten stabil NaCl adatai csak a megoldás menetét próbálták segíteni, felhasználásukra az A, B és C vegyületek azonosításához nincs szükség.

A megoldók közül többen félreértették a feladat következő részét: „Mindhárom vegyület elemei cellája szabályos...”. Egy elemi cella hétköznapi értelemben véve csak „szabályos” lehet, hiszen mindig paralelepipedonnak kell lennie. Kristálytani értelemben viszont a *szabályos* azt jelenti, hogy a szerkezet nem triklin, monoklin, rombos, tetragonális, trigonális vagy hexagonális, hanem a lehető legszimmetrikusabb, vagyis az elemi cella kocka.

Igazából a megoldást meg lehetne találni a sűrűségadatok használata nélkül is. Vegyük észre, hogy a feladat nem kérte a szerkezeteket teljes megadását, csak az összegképletét. A C eset különösen könnyű: az összes Na-Na és Cl-Cl távolság megegyezik. Ez csak úgy lehetséges, ha azonos számú Na és Cl van a szerkezetben, vagyis az összegképlet NaCl.

Az A és a B esetben a kulcskérdés a cellaállandó (vagyis az elemi cellát jelentő kocka élhosszának) meghatározása. A cellaállandó alapjelentése, hogy a szerkezetben bármely részecskét ilyen távolsággal megfelelő irányba eltolva ugyanolyan részecskét kell találjunk. Vagyis a cellaállandónak mind a Na-Na, mind a Cl-Cl távolságok listáján szerepelnie kell. Az A esetben a legegyszerűbb lehetőség az, hogy a legrövidebb Na-Na távolság (413,3 pm) a cellaállandó. A B esetben a legrövidebb Na-Na távolság (356,3 pm) nem lehet a cellaállandó, mert ha így lenne, akkor ennek az értéknek a harmadik legrövidebb Cl-Cl távolságnak kellene lennie. Így a B esetben a legegyszerűbb feltételezés az, hogy a cellaállandó 411,4 pm.

A sűrűségek ismerete nagyon egyszerű megoldási utat nyit meg. A cellaállandó köbe az elemi cella térfogatát adja meg, ezt megszorozva a sűrűséggel pedig kiszámolható egy cellában lévő részecskék össztömege. A legcélszerűbb 1 mol cellára számolni, vagyis az Avogadro-állandóval szorozni. Így az A esetben egy cella moláris tömege 271,2 g/mol, a B esetben 258,7 g/mol. Egy elemi cellában mind a Na (x), mind a Cl-atomok számának (y) pozitív egésznek kell lennie. Könnyen belátható, hogy az A esetben csak $x = 1$ és $y = 7$, a B esetben pedig csak $x = 2$ és $y = 6$ lehet megoldás. Vagyis az A anyag összegképlete NaCl₇, a B-é pedig NaCl₃.

A további távolságok és a szabályos szimmetria ismeretében egy kis számolással maguk az elemi cellák is megszerkeszthetők, ezt több megoldó sikerrel meg is tette, noha nem volt kérdés. Egyikük azt is észrevette, hogy a 140 GPa-on stabil NaCl kristályszerkezete CsCl-típusú.

A feladatra tizenegyen adtak be hibátlan megoldást. Mindegyik jóval összetettebb gondolatmenetet használt, mint az itt leírt.

(Lente Gábor)

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia németül

Szerkesztő: Horváth Judit

A 2016/4. számban megjelent szakszöveg fordítása:

Vasgallusz tinta¹

Korábban úgy készült a tinta, hogy gubacsot vassal állni hagytak, vagy együtt főzték őket. Ezt vasgallusz tintának nevezték. Régi írásokon vagy könyvekben a barnás színéről lehet felismerni. Ha ezzel a tintával írunk, az írás kezdetben világos, csak a levegőn jön elő a jellegzetes sötét szín. A vasgallusz tinta annyira jól **ellenáll a fénynek és a levegőnek**, ami tisztán szintetikus tintákkal (pl. anilinkékkel) nem érhető el. Ez a tinta **kiemelkedő mértékben okmánybiztos**², ezért az **államközi szerződéseket**³ ma is minden esetben ilyenekkel írják alá.

A vasgallusz tinta gubacsból történő **előállításának receptúrája** már az ókortól ismert. Természetesen a tinta **kémiai összetételét** nem ismerték még, a **színt adó molekula** szerkezetéről nem is beszélve.⁴ Ma tudjuk, hogy ennek az okmánybiztos tintának a fekete színét a **vas(III) és fenolok** – pontosabban galluszsav, tanninok (csersavak) és cserzőanyagok – **közötti komplexképződés** hívja elő.

A vasgallusz tinta különösen fényálló⁵. Megvan az a **hátulütője** viszont, hogy idővel **kénsavra** és **vas(II)-ionokra** tud bomlani. A vasionok katalizálják a **cellulóz oxidatív bomlását**. A kénsavról ismert, hogy roncsolja a cellulózt. A protonok katalizátorként működnek elsősorban a **lánchossz letörése** és a **vízkilépés**⁶ során, melynek **elszenesedés** a következménye. A papír törékennyé válik és szétesik. És mit érnek a legtartósabb írásvonalak, ha a **hordozóanyag**, vagyis a papír szétesik? Világosan ki kell jelentenünk azonban, hogy a széthullással

fenyegetetett papírok esetében főként a legolcsóbb fajtáról van szó. A jó **miniszterpapír**⁷ (mely **hosszú cellulózrostokból** álló vászonból készül) kevésbé szenved tőle.

Tinta teából

Főzz egy igazán sötét teát, és szűrd le a teafüvet! Hagyd kihűlni a főzetet! Majd csepegtess bele tömény, **sárga vas-klorid-oldatot**! Ilyenhez úgy is hozzájuthatsz, ha egy **rozsdás szöveget** pár napra **híg⁸ sósavban** állni hagysz. A becseppentéskor feketésbarna csíkokat⁹ láthatsz, melyek a teában képződnek. Az a tinta.

Cserzőanyagok és vassók

A klasszikus vasgallusz tintát korábban az *Andricus gallaetinctoria* gubacsdarázs gubacsából nyerték. Ezeket a gubacsokat nagy mennyiségben exportálták Törökországból a világ minden tájára. A gubacsokat **aprítják és extrahálják**, az extraktumot **vas(II)-szulfáttal elegyítik**¹⁰. A tintához vastartalmú komponensként¹¹ vasvitriolt (vas(II)-szulfát-hidrátot) alkalmaznak. Ennek oka, hogy a **vas(III)-só**k, mint pl. a vas(III)-klorid nem oldódnak minden további nélkül¹², valamint könnyen **flokkulálásra**¹³ (**kicsapódásra**) hajlamosak. Az ammónium-vas-timsóval is ez a helyzet. Vas(II)-szulfátok helyett gyakran vasdarabokat használtak, melyeket az enyhén savas gubacslébe helyeztek.

Ennek a **kétértékű**¹⁴ **vasnak** először is **oxidálódnia** kell a **levegőn** ahhoz, hogy aztán a cserzőanyagokkal színes komplexet alkosson. Ezért nincsen a vasvitriolból készült friss vasgallusz tintának még a **végérvényes színe**. Ez csak az **írást követően**, a papíron alakul ki. Másfelől, ha a tintát **nyitott edényben** hosszabb ideig állni hagyjuk, a **vas(II) vas(III)-má oxidálódik**, és fekete **vas-gallát-komplexxént kicsapódik**. Ezért kell a tintát zárt edényben tárolni, különben kicsapódik¹⁵. Emiatt **ezt a tintát semmiképpen sem szabad töltőtollba**¹⁶ **tölteni!**

A tinta további hozzávalói

Gumiarábikum / arabmézga (növényi **poliszacharid**) gátolja a vas-gallát-komplexek idő előtti kiválását. Gumiarábikum alatt az *Acacia senegal* sebnedveként¹⁷ nyert, **vízoldható** gumit értjük. (A tűlevelű fák kérgéből kivált anyag, a **gyanta nem vízoldható**.) Ez a növény

elsősorban Szenegálban fordul elő. Vagyis a gumiarábikum nem az Arab-félszigetről származik, hanem korábban onnan került Európába. A régi egyiptomiak gumiarábikumot tinta **kötőanyagaként** és holttestek¹⁸ **bebalzsamozására** használtak. Múmiakoporsók¹⁹ festésén is ki lehet mutatni növényfélékből származó²⁰ gumit. A könyv- és akvarellfestészet XII. századi megjelenésével a gumiarábikum a **vízoldható és lazúrfestékek** legfontosabb **kötőanyagává** vált. Papír bevonására is szolgált²¹, így gumiarábikumot használtak bélyegek, címkék, ragasztószalagok és borítékok enyvezésére²². **E 414-es számú élelmiszer-adalékanyagként** gumicukrok, édességek **sűrítésére**²³ és jégkrém **stabilizálására**²⁴ használják.

Fenol – vagy inkább **szalicilsav**, mert ez utóbbi könnyebben tolerálható²⁵ – hozzáadása a **penészedést akadályozza meg**, tehát **tartósítószerként** szolgál (mint régen a lekvárnál!).

Mivel a vasgallusz tinta festékanyaga csak jóval az írás után alakul ki rendesen, ezért a tintához gyakran egy másik, szintetikus festékanyagot is hozzákevernek, hogy az **írásvonalak rögtön felismerhetők** legyenek. Idővel aztán kialakul a tartósabb vasgallusz festék.

- **Gubacsot ősszel tölgyesekben** lehet gyűjteni. Ha a gubacsokat egy napra hideg vízben állni hagyjuk, a **cserzőanyagok kioldódnak a vízbe**. A főzés jelentős mértékben gyorsítja a folyamatot. Univerzálindikátorral az oldat vörösesre színeződik.
- **Helyettesítő anyagként** tanninpor vagy **csersavtartalmú** fák – mint pl. galagonya, tölgy, fenyő, nyír vagy gesztenye – **kérgé**²⁶ is alkalmas. **Feketeteával** is lehet vas(II)-szulfát-oldattal együtt tintát készíteni. **Vörösbor** vagy **kávé** cserzőanyagtartalmát is ki lehet próbálni.
- Amennyiben egy **vasszőget**²⁷ teszünk cserzőanyagtartalmú kivonatba, pár órán belül fekete tinta képződik. Ha egy **vadgesztenyét** teszünk vas(II)-szulfát-oldatba, ugyanez történik.
- **Kékeslila vagy zöld tintákat** alkoholos **tanninoldatokkal** kapunk.

Kísérlet: Vasgallusz tinta előállítás

Vegyszerek (100 ml vízben)

2,34 g tannin (csersav)

0,77 g kristályos galluszsav

3,00 g vas(II)-szulfát

1,00 g gumiarábikum

0,70 g tömény sósav

0,10 g aszcorbinsav

Eszközök

1 főzőpohár (400 ml)

1 óraüveg

1 analitikai mérleg

1 üvegbot

1 mérőhenger 100 ml

1 spatula

1 spriccflakon

A kísérlet menete

A mérőhengerbe kimérünk 100 ml vizet, és ebből keveset a főzőpohárba töltünk. Az **egyes összetevőket** a receptben szereplő sorrendben **óraüvegen bemérjük**, minden egyeset a mérőhengerből származó kis mennyiségű vízzel **bemossuk**²⁸ **a főzőpohárba**, és az üvegbottal jól elkeverjük. Végül a maradék vizet is hozzáadjuk.

Megfigyelések

1. Tannin hozzáadása: A **tannin jól oldódik**, és sárgásbarna elszíneződés keletkezik.
2. Galluszsav hozzáadása: A **galluszsav rosszul oldódik**, szemmel látható **üledék**²⁹ képződik, melynek mennyisége az idővel csökken. A szín változatlan marad.
3. Vas-szulfát hozzáadása: Az **oldat feketére színeződik**.
4. Gumiarábikum, sósav és aszcorbinsav hozzáadása: **Nincs változás.**
5. A gallusztinta röviddel az elkészítését követően fekete. Másnapra azonban ismét **sárgásbarna** lesz, mint a vas(II)-szulfát hozzáadása előtt.

Ha a tintát frissen vesszük fel, csaknem színtelen, és csupán egészen halvány színárnyalata van. Egy perc elteltével a tintában lévő **vas oxidálódik és feketére színeződik**.

A saját készítésű tintával szép rajzokat és írásokat készíthetünk. A vasgallusz tintához a hagyományos írószerszám a madártoll gerince. Megfelelő lúdtollakat manapság is kapni az írószerboltban. A tollakat ferdén ki kell hegyezni és a tintába mártani. Acél tollhegyek³⁰ is alkalmasak hozzá. **A modern töltőtollak hegyei azonban alkalmatlanok, mert eltömődnek.**

Hibajavító³¹ gallusztintához

Vasgallusz tinta hibajavítójaként **híg hidrogénperoxid-oldat** alkalmazható. A galluszsav és a fenolok vas(III)-komplexei viszonylag stabilak. El lehet őket távolítani, ha **lúgos³²** hidrogénperoxid-oldattal átsimítjuk³³.

A szövegben előfordult fontos szakkifejezések:

Eszközök, berendezések:

s Gefäß, ~es, ~e	edény
s Becherglas, ~es, ~er	főzőpohár
s Uhrglas, ~es, ~er	óraüveg
r Glasstab, ~(e)s, ~e	üvegbot
r Messzylinder, ~s, ~	mérőhenger
r Spatel, ~s, ~	spatula
e Spritzflasche, ~, ~n	spriccflakon

Anyagok:

s Phenol, -s, -e	fenol
e Gallussäure	galluszsav
e Schwefelsäure	kénsav
e Salzsäure	sósav
s Eisen(II)-sulfat	vas(II)-szulfát
e Ascorbinsäure	aszcorbinsav
s Wasserstoffperoxid, -s, -e	hidrogénperoxid

Fogalmak:

beständig	ellenálló vminek
chemische Zusammensetzung	kémiai összetétel
e Komplexbildung	komplexbépződés
oxidativer Abbau	oxidatív lebomlás
e Wasserabspaltung	vízkilépés
e Verkohlung	elszenesedés
konzentriert	tömény
verdünnt	híg
(schwach) sauer, saure	(enyhén) savas

alkalisch	lúgos
wasserlöslich	vízoldható
löst sich gut / schlecht	jól / rosszul oldódik
r Bodensatz, -es	üledék

Egyéb:

her stellen	előállít
entsteht	keletkezik
sich zersetzen zu etw.	vmire bomlik
nach weisen	kimutat
extrahieren	extrahál
versetzen	elegyít, hozzákever
ausflocken	kiflokkulál
oxidieren	oxidál, oxidálódik
einen Komplex bilden	komplexet képez
aus fallen	kicsapódik
die Lösung färbt sich...	az oldat ...ra színeződik
ein wiegen	bemér
überführen	átvisz, bemos, átmos

¹**Eisengallustinte** – vasgallusztinta / *vasas-csersavas tinta* / *gubacs tinta*.

²**dokumentenecht** – *okmánybiztos* (MOLNÁR DÓRA)/ *nehezen kitörölhető* (SIMON RICHÁRD).

³**Staatsvertrag** – *államközi szerződés* (BEREC BOGLÁRKA), nem *állampapír* (kötvény).

⁴**Natürlich kannte man die ..., geschweige denn die ... noch nicht.** – A „noch nicht” a mondat mindkét felére vonatkozik!

⁵**lichtbeständig** – fényálló, esetleg színtartó, de nem ~~fénytartó~~.

⁶**Wasserabspaltung** – vízmolekula lehasadása / vízkilépés / vízelimináció / víz elvonása. Nem ~~vízbontás / víztelenítés!~~

⁷**Kanzleipapier** – miniszterpapír (MOLNÁR DÓRA, SIN JESSICA). Elfogadtam a jó irodai papírt és a *famentes* papírt is.

⁸**verdünnt** – egyszerűen híg, nem csak ~~hígított~~.

⁹**Schlieren** – csíkok (SIMON RICHÁRD, ZSEJKI BALÁZS) / sávok, nem ~~esapadék~~. A SCHLIEREN-effektus eredetileg olyan fénytörési jelenség, mely a közeg nem egyenletes törésmutatója miatt lép fel, és a fénysugarak elhajlásában nyilvánul meg.

¹⁰**versetzen** – elegyít, hozzákever, nem ~~kiesap~~.

¹¹**als Eisenlieferant** – a vas bevitelére Körülírva: „A tintához a vasat vasvitrióllal viszik be.” (SZIGETVÁRI BARNABÁS) / „A tintába a vasat vasgálic formájában juttatjuk be.” (AL-HAG JOHANNA)

¹²**nicht ohne weiteres löslich** – nem minden további nélkül oldható, vagyis nem jól/nem korlátlanul oldódik. Nem „~~tovább-nem-oldható~~” (minél tovább?).

¹³**zum Ausflocken neigen** – kicsapódásra hajlamos. Nem ~~kikristályosodásra~~. A vas(III)-sók ugyanis vízben pH 3 felett hidrolizálnak, vagyis ha az oldat eredetileg nem elég savas, vas(III)-hidroxid válik ki, amitől az oldat megzavarosodik. A csapadék azonban kocsonyás vagy kolloidális, nem kristályos.

¹⁴**zweiwertiges Eisen** – kétértékű vas (Fe^{2+}), nem ~~másodlagos~~

¹⁵**flockig werden** – pelyhes csapadék válik ki (MOLNÁR DÓRA) / zavarossá válik (TIMÁR PAULA, SZIGETVÁRI BARNABÁS), esetleg csomóssá. Nem ~~habossá~~.

¹⁶**Füllfederhalter** – töltőtoll (Füller, Füllfeder), nem ~~tolltartó~~ (Federhalter).

¹⁷**durch Ausschwitzung gewonnene ...** – bemetszéssel / megcsapolással (AL-HAG JOHANNA) nyert nedve / váladéka (MOLNÁR DÓRA) a fának. Nem kell hevíteni a fát!

¹⁸**Leichnam** – holttest / tetem (bár ez nem túl szép).

¹⁹**Mumiensarg** – szarkofág (BEREC BOGLÁRKA).

²⁰**Gummi aus Pflanzenarten** – növényfélékből származó / növényi eredetű gumi.

²¹**es diente zu...** – szolgált (használták) valamire.

²²**Gummierung** – gumival való bevonás / enyvezésnek is mondhatjuk. A felvitt ragasztórétetről van szó, nem rugalmassá, ~~gumissá-tétel / gumisítás~~. Az ~~impregnálás~~ vízhatlanná, víztaszítóvá tételt jelent, arra nem alkalmas vízoldható anyag.

²³**Verdickung** – sűrítés, nem töményítés, töltelék

²⁴ **zur Stabilisierung von Speiseeis** – fagylalt stabilizálására, nem a szilárdítására. A fagylaltot mint emulziót szükséges stabilizálni, vagyis megakadályozni, lassítani, hogy lehetőleg felolvadás után se váljon szét cukros vízre és tejszínre.

²⁵**verträglicher** – elviselhetőbb / kímélőbb / jobban tolerálható / kevésbé ártalmas.

²⁶**Rinde von Hölzern** – fák kérge.

²⁷**Nagel ≠ Nadel** – (vas)szeg, nem ~~vastű (?)~~!

²⁸**überführen** – átvinni, kémiában: átmosni / bemosni.

²⁹**Bodensatz** – üledék, (DÁVIDHÁZY DÁNIEL, MOLNÁR DÓRA, SIN JESSICA, TIMÁR PAULA, ZSEJKI BALÁZS), nem ~~esapadék, kikristályosodás~~.

³⁰**Stahlfeder** – itt most nem ~~acélrugó~~ (Hogyan lehetne vele írni?), hanem *acél tollhegy*!

³¹**Tintenkiller** – hibajavító (DÁVIDHÁZY DÁNIEL) / *tollradír* (SIMON RICHÁRD) vagy körülírva: *a tinta eltüntetése* (AL-HAG JOHANNA).

³²**basisch** – lúgos, nem ~~bázikus~~ / *alkáli*.

³³**beträufeln** – Szó szerint *meglocsol* (pl. a sültet a szafttal), ezt azonban túlzásnak tartom. Jobb a *bepermetez* (BEREC BOGLÁRKA) / *rácsöpögtet*. Esetleg *kezel*.

Az első forduló eredménye

NÉV	ISKOLA	Ford. (80)	Magyar nyelvtan (20)	Össz. (100)
Al-Hag Johanna Iman	Földes Ferenc Gimn., Miskolc	68	19	87
Molnár Dóra	Eötvös József Gimn., Bp.	65	18	83
Timár Paula	Szent István Gimn., Budapest	55,5	17,5	73
Mátyás Boglárka	Széchenyi István Gimn., Sopron	39	15	54
Sin Jessica	Audi Hungária Iskola, Győr	39	15	54
Szigetvári Barnabás	Ipari Szakgimn., Veszprém	38	16	54
Berec Boglárka	Zentai Gimnázium	28	16	44
Simon Richárd	Széchenyi István Gimn., Sopron	23	16	39
Dávidházy Dániel	Széchenyi István Gimn., Sopron	16	12	28
Zsejki Balázs	Széchenyi István Gimn., Sopron			<20

Kémia angolul

Szerkesztő: MacLean Ildikó

Kedves Diákok!

A 2016/5. számban egy viszonylag hosszú cikket fordíthattatok le a természetes és mesterséges színezékekről. Valószínűleg sok korábbi fordítót visszariasztott a szokatlan hossz, ám így is nagyon szép és színvonalas munkák érkeztek be. A legnagyobb fejtörést az okozta, hogy a színezékek nevét adott esetben le kell-e fordítani, vagy az angol elnevezés került be a magyar használatba is. Jó látni, hogy fordítóink alapossága erre is kiterjedt az esetek többségében. A mintafordítás alapját most *Répási Marcell 10. A osztályos tanuló* munkája képezi, a Nyíregyházi Egyetem Eötvös József Gyakorló Általános Iskola és Gimnáziumából.

A természetes színezékek¹ forradalma

Mivel a fogyasztók hátat fordítanak a mesterséges ételszínezékeknek, az élelmiszeripari szakértők megtanulják, hogyan dolgozzanak természetes alternatívákkal. Sarah Houlton megvizsgálja, hogyan.

Már majdnem egy évtized telt el a Southampton Egyetem brit tudósainak kutatása óta, amelyben kapcsolatba hoztak egy maroknyi mesterséges ételszínezéket a gyermekek hiperaktivitásával. A hat szín felhasználásakor – **alluravörös², karmazsin³, ponszó 4R⁴, kinolin-sárga WS⁵, Sunset Yellow⁶ és tartrazin⁷** – „A gyermekek élénkségére és figyelmére káros hatást gyakorolhat” figyelmeztető címkét kell feltüntetni Európában. A fogyasztói nyomás hatására Európában már csak nagyon kevés termék tartalmazza őket. Az Egyesült Királyságban a leggyakoribbak az Irn-Bru és az eredeti Lucozade, amelyek még mindig tartalmazzák Sunset yellow-t és ponszó 4R-t.

A több száz olyan élelmiszeripari termék újratervezése, amelyek tartalmaztak egy- vagy többfélét ezekből a szintetikus színezékekből, a „természetes” színezékek használatának gyors növekedéséhez vezetett. „Európa meghatározó a több természetes anyagot igénylő fogyasztói igények miatt, így a vállalatok keresik a módját, hogy cseréljenek le

érdekében át kell alakítani olyan formába, amely összefér egy vizes környezettel,” mondja Beck. „Ez **emulgeálással**¹³ történik, vagy **diszpergálással**¹⁴, amit a diszperzió stabilizálása követ.”

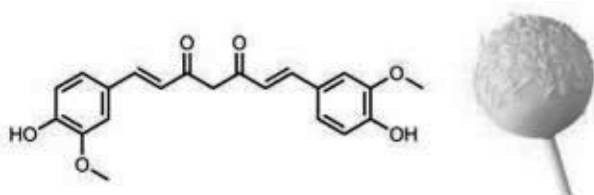
Egy olajban oldódó festékanyagnál fontos a megfelelő emulgeáló rendszer kiválasztása. „Nem használhatsz **szacharóz**¹⁵észter által emulgeált **béta-karotint**¹⁶ egy jellemzően alacsony pH-jú italban, mert 4-es pH alatt instabil.” mondja Beck. „Az emulzió szétválik, így egy színes olajgyűrű keletkezik az üveg nyakán. Mivel a színezéket tartalmazó készítmények felhasználás-specifikusak, sok különféle van belőlük szükség. A Sunset yellow-ból elegendő egyetlen oldatot beszerezni, amelyet bármihez felhasználhatsz. De a béta-karotinból öt vagy hat különféle változatra lesz szükség.

Az élelmiszeripari vállalatok helyzetét tovább nehezíti, hogy nincs egységes nemzetközi szabályozás a színezőanyagokra vonatkozóan, ezért egy élelmiszer, amely tökéletesen megfelel az egyik országban, nem biztos, hogy engedélyezett egy másik országban. „Az EU törvényeiben ír a természetes adalékanyagokról, de nincsen jogi meghatározásuk,” mondja Oliver Leedom, a Leatherhead Food Research vezető szabályozási tanácsadója. Ezzel szemben az Egyesült Államokban az összes színezőanyagot mesterségesnek tekintik, mert azok megváltoztatják az élelmiszer színét. „Ott minden adagot megvizsgálnak és tanúsítják, hogy megfelel-e az előírásoknak.” teszi hozzá. Sokféle színanyag Európában engedélyezett, míg az Egyesült Államokban nem és fordítva.

Karotinoidok¹⁷

A karotinoidok gyakoriak az élelmiszer összetevőket felsoroló listákon, amelyeken többek közt olyan anyagok szerepelnek, mint a béta-karotin, **apokarotinal**¹⁸, likopin, annatto, paprika és lutein. Halványsárgától kezdve a vöröses színig bármilyen **árnyalatot**¹⁹ adhatnak az ételnek. „A béta-karotin halványsárgától kezdve vöröses-narancssárga színárnyalatot adhat, míg az apokarotinal nagyon mély narancssárga színt ad,” mondja Jan Holm-Hansen, a németországi Karlsruhe-ban található, karotinoidokat gyártó Allied Biotech Europe vezérigazgatója. „A tiszta béta-karotin gyorsan **oxidálódik**²⁰ és nem vízzoldékony - és olajban is igen kevésbé oldódik. De a nanotechnológia segítségével **mikrokapszulázható**²¹ és oldhatóvá tehető, így

felhasználható olyan termékekben is, mint a gyümölcslevek és tejtermékek. Még a transz- molekulák arányának megváltoztatása is hatással van a színre.”



A kurkumint felhasználják számos sárga cukorka színezésére

A karotinoidok esetében a fizika majdnem fontosabb, mint a kémia, mondja Beck. „A béta-karotinból származó színárnyalat, attól is függ, hogy mit teszünk vele,” mondja. „Ha egy valódi emulziót készítünk belőle, akkor sárga, de ha diszperziót készítünk, narancssárga lesz, ha pedig egy bizonyos módon **kristályosodik ki**²², akkor színe vöröses, akár a görögdinnye.”

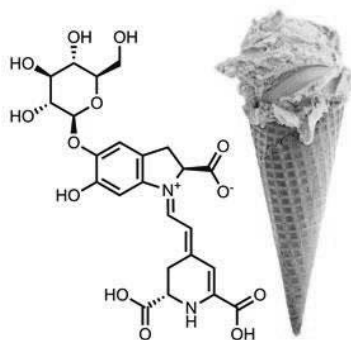
A karotinoidokat gyakran állítják elő szintetikusan vagy félszintetikusan, de ugyanezek a molekulák találhatók meg a természetben. „Néhány ember azt fogja mondani, hogy ez mesterségesé teszi őket, de ha rajta van a természet színpalettáján, akkor pontosan ugyanaz, mint ami a természetben van,” mondja Holm-Hansen.

Mind elbomlanak oxidáció során, elveszítik színüket, ezért az antioxidáns összetevők használata kulcsfontosságú a stabilitás és a hosszú szavatossági idő eléréséhez, miközben a raktárban, feldolgozás közben, vagy a szupermarket polcain van a termék. Ez gyakran **aszcorbinsavval**²³, **aszcorbil-palmitáttal**²⁴ vagy **tokoferollal**²⁵ történik.

A hőmérséklet, pH, levegő és a fény is fontos. „Az élelmiszergyártás gyakran magában foglalja a hőkezelést a baktériumok szabályozása miatt, ami azonban a színre is kihatással lehet,” mondja Holm-Hansen. „Az átlátszó csomagolás napsugárzásnak teszi ki a termékeket, ezért a hosszú szavatossági idő elérése érdekében a karotinoidokat ellenállóbbá kell tenni a fénnel szemben. A molekulákat **keményítő**²⁶ vagy **gumiarábikum**²⁷ tokkal védjük meg.”

Egy másik karotinoid összetevőt, a paprikaolajat gyakran egy hordozóanyaggal, mint például sóval együtt alkalmazzák, színe csak 4-6 hétig tart, mondja Carol Locey, az amerikai székhelyű kalamazoo-i természetes színezőanyagot tartalmazó termékeket gyártó Kalsec igazgatója. Ennek a természetes színezőanyagokat gyártó cégnek sikerült előállítani egy paprikát, amely megőrzi színét 2-3 évig is. „A legjobb anyagokat kell kiválasztanunk, majd abból kivonni a színezéket, ezután természetes antioxidánsok, mint például rozmaring kivonat hozzáadásával fokozni a stabilitását.”

A narancssárgás-vöröses annatto a dél-amerikai orleánfa, a Bixa orellana magjaiból származtatható. A fő színes összetevő az olajban oldható karotinoid bixin, mondja Locey, amelyben a **konjugált lánc**²⁸ egyik oldalán egy karboxilcsoport, a másik oldalán pedig egy **metil-észter**²⁹ található. A norbixin a deészterezett disav, amely oldódik vízben. Széles körben használják tejtermékekben, mint például a cheddar, a colby és a vörös leicester sajtokban, amelyekben évszázadok óta azt a célt szolgálták, hogy egy jellegzetes narancsszínt kölcsönözzenek a sajtnak.



A betanin, ami a céklából származtatható, ideális az epres fagylaltok színezésére

A **kantaxantin**³⁰ közben egy fényes mélyvörös színt ad az ételnek, és míg az Egyesült Államokban engedélyezve van, nem ez a helyzet Európában. Van E-száma, de az egyetlen élelmiszer, amelyben felhasználása engedélyezett az a strasbourgi kolbász. A korlátozás egy 1980-as évekbeli egészségügyi pánikból ered, amikor a barnító hatása

miatt kantaxantin kapszulákat szedő emberek retinájában kantaxantin kristályok rakódtak le reverzibilis módon.

Vízben oldódó színyanyagok

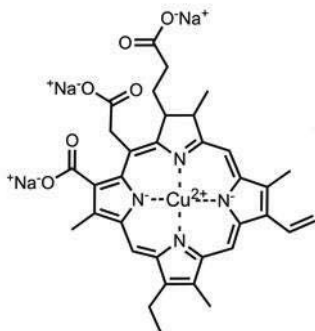
A vízben oldódó színezékek legnagyobb csoportja az **antocianinok**³¹, amelyek színe hajlamos változni a pH-val. „Alapvetően indikátorok,” mondja Beck. „Egy antocianin bármilyen színű lehet vöröstől kezdve lilás-kékesig semleges pH-n, és a pH további növelésével zöld vagy barna lesz, majd végül teljesen színtelen. Ez a pH érzékenység az élelmiszerekben való felhasználását igazi kihívássá teszi.”

Ez az egyik legnagyobb különbség a természetes és szintetikus színezékek között - a szintetikus színyanyagok változatlan árnyalatúak maradnak, a pH-tól függetlenül. Az antocianinok gyakran fényérzékenyek. A karotinoidokkal ellentétben, amelyek stabilizálásához szükség van aszkorbinsavra, az aszkorbinsav hatására elbomlanak. „Nem lehet narancsszínűt készíteni sárga béta-karotin emulzió és vörös antocianin termék kombinálásával, mert vagy túl sok lesz az aszkorbinsav, és elbomlik az antocianin, vagy nem lesz elég, akkor viszont a béta-karotin bomlik el,” mondja Beck.

Egy másik vízben oldódó színyanyagot, a **kurkumint**³², a kurkumából vonják ki. Vibráló citromsárga színe gyorsan halványul az italokban, mivel fényérzékeny. „A fény és a szabad víz együttesen működteti a bomlást,” magyarázza Andrew Kendrick, a brit Burton-on-Trent beli FMC természetes színek alkalmazása osztály igazgatója. „A sárga cukorkákat általában kurkuminnal színezik, és csodálatosan mutat a cukrászdákban is, fantasztikus eltarthatósági idővel és élénk színének megőrzésével. De egy italban, vagy bárhol, ahol víznek van kitéve, nagyon gyorsan elhalványul. Mindig ki kell választani a felhasználásnak megfelelő festékanyagot.”

Egy természetes festékanyag, amitől sok élelmiszergyártó elfordul, az a **kármin**³³, amely, mivel a **bíbortetűből**³⁴ származik, nem vegetáriánus, kosher vagy halal étel. A kármin nagyon stabil vörös, és míg az antocianinok sikeres helyettesítik italokban, addig a semleges felhasználások során nem. Itt a kívánt szín gyakran a céklából származtatható, amely az **indol alapú**³⁵ betanin festékanyagot tartalmazza. „A kereskedelmi forgalomba hozott színezék előállítására használt céklát szelektíven termesztik, hogy több betanint

tartalmazzon,” mondja Kendrick. A cékla fő hátránya, hogy hő hatására megbarnul.



A réz-klorofillinnek vibráló kékeszöld színe van

A jégkrém a természetes színezékek ideális mátrixa, mert fagyaszttva tárolják a sötétben, ami megelőzi a barnulást. Manapság Európában az epres fagyalt szinte mindig céklától nyeri el színét. Azok a termékek, amelyeket melegítenek a gyártás során, több problémát jelentenek. „Annak érdekében, hogy a kármint felcseréljék a különféle felhasználási területeken, például mályvacukor, rózsaszín ostyás keksz és nyalókagyártás során, a színezőanyagot gyártó cégek és az élelmiszergyártók összefogtak, hogy meghatározzák azt a pontot, ahol a folyamatban a színezőanyag színe eltűnik,” teszi hozzá Kendrick. „Megoldások lehetnek a melegítési folyamat megváltoztatása, aktív hűtés bevezetése vagy a végtermék tálcákra helyezése hűtőtartályba töltés helyett.”

Zöldek és kékek

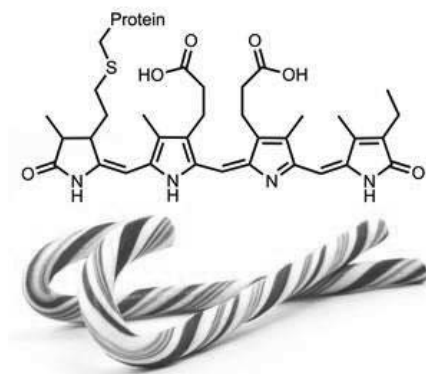
A zöld szín **klorofill** és **réz-klorofillin**³⁶ használatával érhető el. Az utóbbi egy stabilabb klorofillszármazék, vibrálóbb kékeszöld színnel. Erőteljesebb sárgászöld árnyalatot is elő lehet állítani vele, ha összekeverjük kurkuminnal. Nem saválló, de ügyes eljárással hosszú időre stabilizálható savas italokban, mondja Kendrick.

A kéket nehéz előállítani természetes színekből, az egyetlen tényleges lehetőség a spirulina kék, amit a spirulina kék-zöld algából vonnak ki. „A színes rész a **fikocianin**³⁷, ami egy pigment-fehérje komplex,”

mondja Beck. „A fehérjetermészete azt jelenti, hogy semleges pH-ra, mint például a keménycukorkák héja, korlátozott a felhasználása. Nem tiszta kromofor, és gyakran tartalmaz egy kis mennyiségű vörös fikorubin komponenst, amely barna vonásokat kölcsönözhet az élelmiszernek, ha sárgával keverik, hogy zöldet kapjanak.

Színező élelmiszerek

Egy természetes forrásból elkülönített színezőanyaggal szemben egy színező élelmiszert, ami teljes kivonata az eredeti anyagnak, nem kell színezőanyagként megnevezni a címkén, csak úgy, mint egy összetevőt.



Fikocianin, egy pigment-fehérje komplex, amelyet algából vonnak ki

Egy sor Európai Unióból származó iránymutatás lépett életbe 2015 novemberében, amely csoportosította a színező tulajdonsággal rendelkező élelmiszer-kivonatokat. Például a céklát, fekete répát, eperhéjat, retket, sáfrányos szeklicét, spenótot és a paradicsomot. „Ameddig nem változik meg a színezőanyag és a többi anyag aránya, azzal, hogy összesűríttik, addig az nem válik színezékké,” mondja Leedam. „De ha elkezdik szelektíven kivonni belőle a színezőanyagot, akkor E-számmra van szüksége, és végig kell mennie a teljes adalékanyag-bejegyzés folyamatán.”

Az élelmiszerek megváltoztatása

Egy dolog természetes színezőanyagok használatával egy teljesen új termék bevezetése. Újraforgalmazni a már létezőket, amikről a fogyasztók tudják, hogy mit vesznek és szeretik is azt, az egy teljesen

másik dolog. A természetes színekre való áttérés egy apró - vagy nem is annyira apró - változást jelent a színben. „Néha a szín nem lesz annyira ragyogó,” mondja Locey. „A világos sárga még csak-csak előállítható, de a neonsárga már nem.”

Egyre nagyobb a lendület a változásra, és olyan termékek is, amelyekről a gyártók azt nyilatkozták, hogy kizárt dolog, hogy megváltoztatnák, most újratervezés alatt állnak. „Az Egyesült Államok felzárkózik,” mondja Locey. „Ahogy az EU-ban is tapasztalható, a fogyasztók irányítanak, és a cégek minden bizonnyal azon vannak, hogy minél több terméket természetes színűre alakítsanak át. Az emberek izgatottak, mikor elárulom nekik, hogy répából készült színeket árulok.”

Ahogy az FMC-ben dolgozó Kendrick mondja izgalmas kihívás a váltás szintetikus színezékről, amely stabil és bárhol működik, természetes színezőanyagokra, melyek közül mindnek saját, egyéni tulajdonságai vannak. „Nagyon jó érzés végigsétálni az áruházon és látni, hogy a termékek, amiken dolgoztál, stabilak,” mondja. “Az emberek nem is fogják fel, milyen bonyolult munkára fogni őket.”

Sarah Houlton, tudományos újságíró, Boston, USA

A szövegben előfordult kémiai és egyéb kifejezések:

¹**food dye:** ételszínezék

²**allura red:** alluravörös

³**carmoisine:** karmazsin

⁴**ponceau 4R:** ponszó 4R

⁵**quinoline yellow WS:** kinolinsárga WS

⁶**Sunset Yellow:** az eddigi festékek is kihívást jelentettek, de hivatalosan is Sunset Yellow megviccelt jónéhányotokat. Ennek az árnyalatnak minden nyelven ez az elnevezése.

⁷**tartrazine:** tartrazin

⁸**indigo carmine:** indigókármin

⁹**brilliant blue:** Brilliant kék

¹⁰**taken out of the equation:** nem tűnik bonyolultnak a kifejezés, de nem kifejezetten matematikai egyenlet rejlik mögötte, hanem átvitt értelemben arról van szó, hogy valamit *nem veszünk figyelembe*

¹¹**solubility:** oldhatóság

¹²**affect:** befolyásol valamit. Tipikus fordítási probléma az affect és effect kifejezések közti különbség szemléltetése: az *effect* kifejezés valamilyen hatás kiváltására utal; igeként és főnévként is használjuk (gyakrabban főnévként). Szemben az *affect*-tel, ami csak igeként használatos.

¹³**emulsification:** emulgeálás

¹⁴**dispersion:** diszpergálás

¹⁵**sucrose:** szacharóz

¹⁶**beta-carotene:** béta-karotin

¹⁷**carotenoids:** karotinoidok

¹⁸**apocerotenal:** apokarotinal

¹⁹**shades:** árnyalat. Egy másik, nagyon egyszerűnek tűnő kifejezés, mégis okozott bosszúságot pár fordítónak. A shade számos jelentése közül itt az árnyalatokról esik szó. Ne tévesszen meg bennünket, hogy napszemüveget, árnyékos helyet is jelenthet. Bátran kérdőjelezzük meg magunkat, ha a kifejezés nem illik a szöveggörnyezetbe.

²⁰**oxidises:** oxidálódik, oxidál

²¹**encapsulated:** mikrokapszulázott, bevont, kapszulaként bejuttatott.

²²**crystallised:** kikristályosított/kikristályosodott

²³**ascorbic acid:** aszkorbinsav

²⁴**ascorbyl-palmitate:** aszkorbil-palmitát

²⁵**tocopherol:** tokoferol

²⁶**starch:** keményítő

²⁷**gum Arabic:** gumiarábikum

²⁸**conjugated chain:** konjugált lánc

²⁹**methyl ester:** metilészter

³⁰**canthaxantin:** kantaxantin

³¹**anthocyanins:** antocianinok

³²**curcumin:** kurkumin

³³**carmine:** kármin

³⁴**cochineal beetle:** bíbortetű

³⁵**indole-based:** indol alapú

³⁶**chlorophyll and copper chlorophyllin:** klorofill és réz-klorofillin

³⁷**phycocyanin:** fikocianin

A 2016/5. lapszám legsikeresebb fordítói:

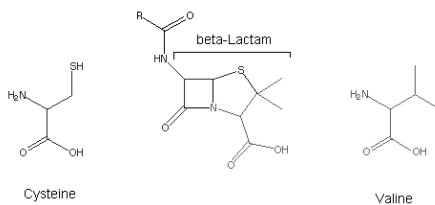
Répási Marcell 10.a	Eötvös József Gyakorló Iskola, Nyíregyháza	96
Szendrődi Anna Villő 9.B	Soproni Széchenyi István Gimnázium	85
Tempfli Vivien 11.B	DE Kossuth Lajos Gyak. Gimn. és Ált. Isk.	85
Berta Réka 10.D	Kőrösi Csoma Sándor Két Tan. Nyelvű Bapt. Gimn.	85
Németh Laura Kata 11.D	Jurisich Miklós Gimnázium, Kőszeg	83
Dremák Csenge 9.C	DRK Dóczy Gimnáziuma	83
Horváth Káta Krisztina	Zentai Gimnázium	82
Szigetvári Barnabás 13.A	VSZC Ipari Szakgimnáziuma, Veszprém	77
Blakney Levente	Soproni Széchenyi István Gimnázium	64
Nyariki Noel 12.B	Berzsenyi Dániel Gimnázium, Budapest	62

Az idei utolsó fordítás a téli betegségek kapcsán szinte adta magát.

Antibiotic – Penicillin

Antibiotics:

Antibiotics are specific chemical substances derived from or produced by living organisms that are capable of inhibiting the life processes of other organisms. The first antibiotics were isolated from microorganisms but some are now obtained from higher plants and animals. Over 3,000 antibiotics have been identified but only a few dozen are used in medicine. Antibiotics are the most widely prescribed class of drugs comprising 12% of the prescriptions in the United States. The penicillins were the first antibiotics discovered as natural products from the mold *Penicillium*. In 1928, Sir Alexander Fleming, professor of bacteriology at St. Mary's Hospital in London, was culturing *Staphylococcus aureus*. He noticed zones of inhibition where mold spores were growing. He named the mold *Penicillium rubrum*. It was determined that a secretion of the mold was effective against Gram-positive bacteria.



Penicillins as well as cephalosporins are called beta-lactam antibiotics and are characterized by three fundamental structural requirements: the fused beta-lactam structure (shown in the blue and red rings, a free carboxyl acid group (shown in red bottom right), and one or more substituted amino acid side chains (shown in black). The lactam structure can also be viewed as the covalent bonding of pieces of two amino acids - cysteine (blue) and valine (red).

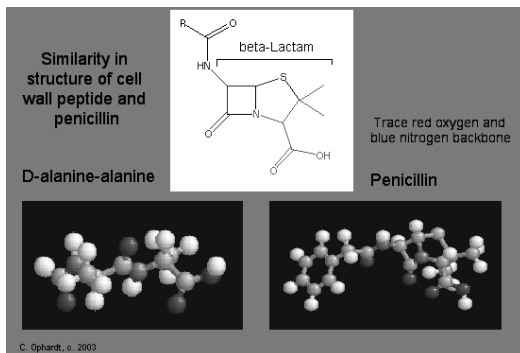
Penicillin-G where R = an ethyl phenyl group, is the most potent of all penicillin derivatives. It has several shortcomings and is effective only against gram-positive bacteria. It may be broken down in the stomach by gastric acids and is poorly and irregularly absorbed into the blood stream. In addition, many disease producing staphylococci are able to produce an enzyme capable of inactivating penicillin-G. Various

semisynthetic derivatives have been produced which overcome these shortcomings.

Powerful electron-attracting groups attached to the amino acid side chain such as in phenethicillin prevent acid attack. A bulky group attached to the amino acid side chain provides steric hindrance which interferes with the enzyme attachment which would deactivate the penicillins i.e. methicillin. Refer to Table 2 for the structures. Finally if the polar character is increased as in ampicillin or carbenicillin, there is a greater activity against Gram-negative bacteria.

Penicillin Mode of Action - Enzyme Inhibition:

All penicillin derivatives produce their bacteriocidal effects by inhibition of bacterial cell wall synthesis. Specifically, the cross linking of peptides on the mucosaccharide chains is prevented. If cell walls are improperly made cell walls allow water to flow into the cell causing it to burst.



Penicillin and ala-ala peptide

Resemblances between a segment of penicillin structure and the backbone of a peptide chain have been used to explain the mechanism of action of beta-lactam antibiotics. The structures of a beta-lactam antibiotic and a peptide are shown on the left for comparison. Follow the trace of the red oxygens and blue nitrogen atoms.

Mechanisms of Drug Actions by Enzyme Inhibition:

Gram-positive bacteria possess a thick cell wall composed of a cellulose-like structural sugar polymer covalently bound to short

peptide units in layers. The polysaccharide portion of the peptidoglycan structure is made of repeating units of N-acetylglucosamine linked β -1,4 to N-acetylmuramic acid (NAG-NAM).

The peptide varies, but begins with L-Ala and ends with D-Ala. In the middle is a dibasic amino acid, diaminopimelate (DAP). DAP (orange) provides a linkage to the D-Ala (gray) residue on an adjacent peptide.

The bacterial cell wall synthesis is completed when a cross link between two peptide chains attached to polysaccharide backbones is formed.

The cross linking is catalyzed by the enzyme transpeptidase. First the terminal alanine from each peptide is hydrolyzed and secondly one alanine is joined to lysine through an amide bond.

Penicillin binds at the active site of the transpeptidase enzyme that cross-links the peptidoglycan strands. It does this by mimicking the D-alanyl-D-alanine residues that would normally bind to this site. Penicillin irreversibly inhibits the enzyme transpeptidase by reacting with a serine residue in the transpeptidase. This reaction is irreversible and so the growth of the bacterial cell wall is inhibited.

Since mammal cells do not have the same type of cell walls, penicillin specifically inhibits only bacterial cell wall synthesis.

Bacterial Resistance to Penicillin:

As early as the 1940s, bacteria began to combat the effectiveness of penicillin. Penicillinases (or beta-lactamases) are enzymes produced by structurally susceptible bacteria which renders penicillin useless by hydrolysing the peptide bond in the beta-lactam ring of the nucleus. Penicillinase is a response of bacterial adaptation to its adverse environment, namely the presence of a substance which inhibits its growth. Many other antibiotics are also rendered ineffective because of this same type of resistance.

Severe Allergic Shock Reactions to Penicillin:

It is estimated that between 300-500 people die each year from penicillin-induced anaphylaxis, a severe allergic shock reaction to penicillin. In afflicted individuals, the beta-lactam ring binds to serum proteins, initiating an IgE-mediated inflammatory response.

Cephalosporins:

Cephalosporins are the second major group of beta-lactam antibiotics. They differ from penicillins by having the beta-lactam ring as a 6 member ring. The other difference, which is more significant from a medicinal chemistry stand point, is the existence of a functional group (R) at position 3 of the fused ring system. This now allows for molecular variations to effect changes in properties by diversifying the groups at position 3.

The first member of the newer series of beta-lactams was isolated in 1956 from extracts of *Cephalosporium acremonium*, a sewer fungus.

Like penicillin, cephalosporins are valuable because of their low toxicity and their broad spectrum of action against various diseases. In this way, cephalosporin is very similar to penicillin. Cephalosporins are one of the most widely used antibiotics, and economically speaking, has about 29% of the antibiotic market. The cephalosporins are possibly the single most important group of antibiotics today and are equal in importance to penicillin.

The structure and mode of action of the cephalosporins are similar to that of penicillin. They affect bacterial growth by inhibiting cell wall synthesis, in Gram-positive and negative bacteria.

Forrás:

<http://chemistry.elmhurst.edu/vchembook/652penicillin.html>

<http://chemistry.elmhurst.edu/vchembook/images2/652lactam.gif>

<http://chemistry.elmhurst.edu/vchembook/images2/652peptidepenicillin.gif>

Beküldési határidő: 2017. március 9.

A fordítást **kizárólag** a nevezési weblapon keresztül küldhetitek be:

<http://kokel.mke.org.hu>

KERESD A KÉMIÁT!



Szerkesztő: Kalydi György

Kedves Diákok!

Itt az idei év utolsó három idézete. Előtte azonban nézzük a korábbiak megoldásait.

A megoldásokat a <http://kokel.mke.org.hu> honlapon át küldhetitek be. A levélben küldött megoldásokat is feltétlenül kérjük a honlapon regisztrálni, mielőtt feladjátok az alábbi címre: Krúdy Gyula Gimnázium, Győr, Örkény út 8-10. 9024.

Beküldési határidő: 2017. március 9.

Megoldások

2. idézet

1. A kén sárga színű, szilárd halmazállapotú anyag, amely a vízben nem oldódik. (3)
2. A kén melegítés hatására megolvad, sárga színű folyadék lesz belőle. A további hőmérséklet-emelés hatására az olvadék színe sötétedik, 180 °C körül megnő a viszkozitása, ezért nem lehet a kémcsőből kiönteni (a gyűrűk felszakadnak és láncok keletkeznek, amelyek összegabalyodnak). További melegítés hatására a láncok is felszakadnak, ekkor ismét folyóssá válik. Ha ezt hirtelen hideg vízbe öntjük, akkor megszilárdul és megkapjuk az amorf ként. Állás közben az amorf kén visszaalakul stabil rombos kénné. (8)
3. $S + O_2 = SO_2$, $2 SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2 SO_3$. A kén-dioxidban +4, a kén-trioxidban +6 az oxidációs szám. (6)
4. $SO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2SO_3$ kénessav, $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$ kénsav. (8)
5. O: $2s^2 2p^4$, S: $3s^2 3p^4$, az oxigén két illetve háromatomos molekulát, a kén nyolcatomost hoz létre. Az eltérés oka, hogy a kénatom

nagyobb méretű, kisebb elektronegativitású, mint az oxigén, így már csak szigma kötés alakul ki két kénatom között. (10)

6. $2 \text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 2 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{S}$ (3)
7. Szolfatára: kénvegyületek és vízgőz ömlése vulkáni vidékeken; nevét a Nápoly melletti Solfatara nevű, kialudt tűzhányókráterről kapta, ahol észlelhető ez a jelenség. (4)
8. A vulkáni működés során a vulkáni porból és hamuból lazább szerkezetű kőzet lesz, ez a tufa. (4)

Összesen: 46 pont

3. idézet

1. Mágnesvasérc (magnetit): Fe_3O_4 ; vörösvasérc (hematit): Fe_2O_3 ; barnavasérc (limonit): $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; vaspát (sziderit): FeCO_3 ; pirit: FeS_2 (8)
2. A koks az égésével biztosítja a megfelelő hőmérsékletet, redukálja a vas-oxidot, ötvözi a nyersvasat, porózus szerkezetével biztosítja a gázok szabad áramlását.
A salakképző anyag megköti a meddőközetet, megvédi a vasat az újraoxidációtól, elősegíti a vascseppek összeolvadását.
A levegő biztosítja az égéshez szükséges oxigént. (10)
3. A kohó alsó részén a szén redukál:
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{C} = 2 \text{Fe} + 3 \text{CO}$
A kohó felső részén a szén-monoxid redukál:
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{CO} = 2 \text{Fe} + 3 \text{CO}_2$ (4)
4. 770°C ez a Curie pont, ezen a hőmérsékleten ferromágnesesből paramágneses lesz. 912°C : ezen a hőmérsékleten a térben középpontos kockarácsból lapon középpontos kockarács lesz. 1394°C : lapon középpontos kockarácsból ismét térben középpontos kockarács lesz. 1538°C a vas megolvad (8)
5. Cowper-kamra: Az égéshez szükséges levegőt itt melegítik fel a torokgáz segítségével.
Boudouard-reakció: $\text{C} + \text{CO}_2 = 2 \text{CO}$
kokilla: vékony falú vas öntőforma.
konverter: billenő kemence, amiben az acélgyártás folyik. (4)

Összesen: 34 pont

A javítás alapján a következő pontszámok születtek.

	Név	Iskola	2.	3.
			46	34
1.	Kállay Hanga	Vörösmarty Mihály Gimnázium, Érd	45	32
2.	Répási Marcell	Eötvös József Gyakorló Iskola, Nyíregyháza	43	30
3.	Joós Réka	Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	41	32
4.	Kerekes Nikolett	II. Rákóczi Ferenc Gimnázium, Budapest	42	31
5.	Újvári Kamilla	József Attila Gimnázium, Monor	40	32
6.	Hús Luca	Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	43	29
7.	Kiss Regina	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	43	29
8.	Kolozsvári Péter	Batthyány Lajos Gimnázium, Nagykanizsa	38	33
9.	Erdélyi Dóra		41	30
10.	Bereczki Karina	Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	38	33
11.	Tóth Evelin	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	35	32
12.	Takács Péter	Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	36	31
13.	Jászai Viktória	Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	43	23
14.	Preiner Berta	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	37	28
15.	Szalai Laura	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	34	31
16.	Gajdos Milla	Berzsenyi Dániel Gimnázium, Budapest	39	25
17.	Bánfi Benedek	II. Rákóczi Ferenc Gimnázium Budapest	32	32
18.	Pető Eszter	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	37	26
19.	Polgár Dorina	Audi Hungária ÁMK Győr	31	32
20.	Barabás Judit	Audi Hungária ÁMK Győr	33	28
21.	Lanz Norbert Gábor	Eötvös József Gimnázium, Budapest	38	22
22.	Ignác Máté	József Attila Gimnázium, Monor	30	28
23.	Lecsek Nadin	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	37	19
24.	Mráz Jázmin	Táncsics Mihály Gimnázium, Dabas	30	24
25.	Kanyó Rebeka	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	27	26
26.	Agócs Kata	Magyar László Gimnázium, Dunaföldvár	32	21
27.	Szabó Bence	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	21	26
28.	Varga Bettina	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	26	17

29.	Kiss Boglárka	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	18	25
30.	Borsos Réka	DRK Dóczy Gimnáziuma, Debrecen	19	20
31.	Kovács Dóra	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	20	19
32.	Szolnoki Lili	József Attila Gimnázium, Monor	17	13
33.	Nagy Karolina	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	18	12
34.	Homonnai F. Bence	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	11	13
35.	Boros Ábel	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	0	20

6. idézet

„Javasolja csak egyszer egy Lesseps, hogy vájjanak nagyméretű csatornát Európán és Ázsián keresztül az Atlanti-óceán partjaitól a Kína-tengerig, vesse föl egy zseniális kútásó, hogy fúrjanak le a föld mélyébe a szilíciumtartalmú rétegekig, melyek ott cseppfolyós állapotban, olvadási hőpont fölött találhatók, hogy közvetlenül a központi tűzhelyről merítsenek hőt, akarja csak egy vállalkozó szellemű elektrotechnikus egyesíteni a földgömb felületén szétszórt áramköröket, hogy abból hőnek és fénynek kimeríthetetlen forrását létesítsék, támadjon csak egy bátor mérnöknek az az ötlete, hogy roppant tartályokban felhalmozza és tárolja az egyenlítői tájék forróságát a jégvilág éghajlatának enyhítésére, próbálja csak egy rendkívüli vízépítész hasznosítani az árapály eleven erejét, hogy tetszés szerint hőt vagy munkát hozzon létre belőle, alakuljanak csak részvény- vagy betéti társaságok száz effajta terv nyélbe ütésére, nyilván amerikaiak lesznek az aláírók élén, s a dollárpatakok úgy özönlenek a társulati pénztárakba, mint ahogy Észak-Amerika nagy folyói ömlenek az óceánokba.” (Jules Verne: Világfelfordulás)

Kérdések:

1. Jellemezd a szilíciumot szín, halmazállapot, vezetőképesség, rácsstípus és olvadáspont alapján!
2. Írd fel a szilícium égésének egyenletét!
3. Írd fel a szilícium és a nátrium-hidroxid reakciójának egyenletét! Mi a keletkezett anyagok neve?
4. Hogyan lehet elemi szilíciumot előállítani? Egyenlettel válaszolj!

5. Az egyik legismertebb szilíciumvegyület a szilícium-dioxid. Jellemezd a rácsát!
6. Hasonlítsd össze a szilícium-dioxidot és a szén-dioxidot halmazállapot, rács típus és a rács pontokban lévő részecskék közötti kapcsolat alapján!
7. Sorold fel az üveggyártás alapanyagait!
8. Írd fel egyetlenlittel az üvegmaratást! Mi a vegyület neve, ami oldja az üveget?
9. Kémiaailag mi a szilikon?

7. idézet

„- Lázcsillapító gyógyszerre volna szükség! - mondta Gedeon Spilett a mérnöknek.

- Lázcsillapító!... - tűnődött Cyrus Smith. - Sajnos, nem tudunk szerezni sem kínafakérget, sem kénsavas kinint!

- Sajnos - bólintott az újságíró -, a tó partján azonban sok fűzfa terem, és a fűzfaháncs némelykor pótolhatja a kinint...

- Próbáljuk ki, ne veszítsünk egyetlen pillanatot sem! - mondta erre Cyrus Smith.

A fűzfaháncsot csakugyan a kínafakéreg pótszerének tekintik általában, akárcsak az indiai gesztenyét, a téli magyalfa levelét, a farkasalmát is és a többi... A telepések tudták, hogy a fűzfaháncs nem ér föl a kínakéreggel, jobb híján mégis ezzel az anyaggal kellett kísérletet tenniük: természetes állapotában használhatták csak föl, mert a fűzfaháncs alkaloidjának, vagyis a szalicinnak a kivonására hiányoztak a kellő vegyszerek.

Cyrus Smith maga hántotta le egy feketefűz törzsét; a háncsdarabokat a Gránitpalotába vitte, porrá törte, s ezt a port még aznap este bevétette Harberttel.” (Jules Verne: A rejtelmes sziget)

Kérdések:

1. A kinin a malária gyógyszere. Mit tudsz a maláriáról? Mit jelent a neve?
2. Hogyan fedezték fel a kínafa gyógyító erejét?

3. A kinin a cinchona alkaloidok csoportjába tartozik. Honnan kapta a cinchona elnevezést a vegyületcsoport?
4. A kínafa kérgéből készült gyógyszert többféleképpen is nevezték. Írj legalább három ilyen elnevezést!
5. Kik és mikor izolálták először laboratóriumban a kinint?
6. A kinin rendkívül keserű anyag. Ki az a magyar gyógyszerész, aki „feltalálta” az íztelen kinint?
7. A kinin az alkaloidok csoportjába tartozik. Kémiailag mi az alkaloid?
8. Mi a kinin?

8. idézet

„Amikor ez is meglett, a mérnök a lúgot belekeverte a zsírba, s ez részint oldható szappant eredményezett, részint pedig egy semleges vegyhatású folyadékot: a glicerint.” (Jules Verne: A rejtelmes sziget)

Kérdések:

1. Írd le egyenlettel, mi történik, ha az idézetben szereplő lúgot beleöntik a zsírba!
2. Mi a szabályos kémiai neve a glicerinnak?
3. Milyen szemmel látható változás történik, ha a szappant kemény vízben használjuk? Egyenletet is írf!
4. Jellemezd a glicerint szín, halmazállapot, vízdoldhatóság alapján!

MŰHELY



Kérjük, hogy a MŰHELY című módszertani rovatba szánt írásait közvetlenül a szerkesztőhöz küldjék lehetőleg e-mail mellékleteként vagy postán a következő címre:

Dr. Tóth Zoltán, Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertan, 4010 Debrecen, Pf. 66. E-mail: tothzoltandr@gmail.com.

Tóth Zoltán

A Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények

I. A módszer leírása és hatékonysága

A gyakorlat azt mutatja, hogy az oktatási módszerek korszerűsítésében nem járható út a gyökeres változtatás. Ehelyett a kis lépések taktikája – várhatóan – eredményesebb. Ugyanakkor csak olyan – akárcsak apró – változtatásokat szabad bevezetni (javasolni, előírni), amelyek hatékonyságát a tudományosság követelményeinek eleget tevő pedagógiai kísérletek alátámasztják.

Ebben az írásban arra vállalkozom, hogy bemutatom a negyedszázada „kitalált” „egymás tanítása” („peer instruction”) módszert, valamint áttekintem az alkalmazásával kapcsolatos eddigi tapasztalatokat, tudományos eredményeket. Az áttekintéshez nagyon jó alapot szolgáltat Vickrey és mtsai 2015-ben megjelent összefoglaló közleménye (Vickrey és mtsai, 2015).

Bár – amint látni fogjuk – a módszer elsősorban a felsőfokú oktatásban használatos, és a pedagógiai kísérletek többsége is ilyen környezetben – főleg fizika tanításakor – zajlott, meggyőződésem, hogy a kémiában – és más természettudományos tantárgyakban, sőt nem csak természettudományosokban – is van létjogosultsága, és kellő odafigyeléssel már a középiskolában is alkalmazható.

A Mazur-féle egymás tanítása módszer leírása

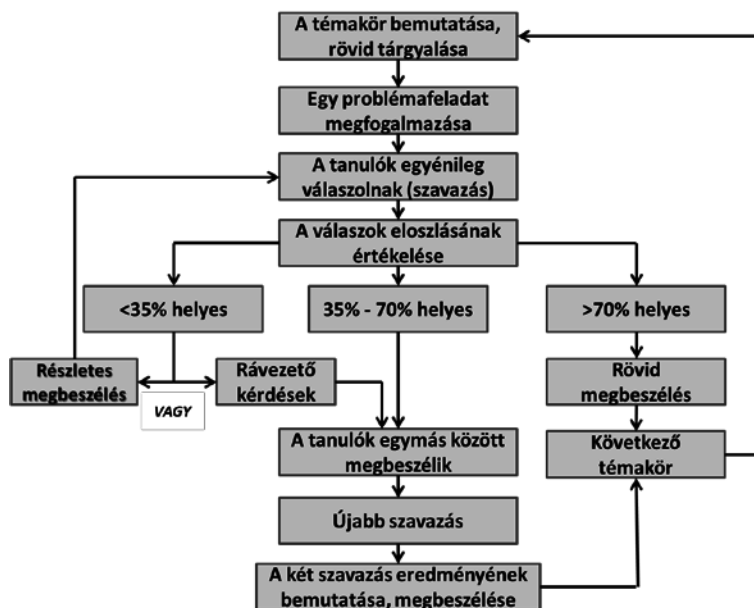
Az „egymás tanítása” módszert 1991-ben Eric Mazur, amerikai fizikaprofesszor vezette be a Harvard egyetemen¹ (Mazur, 1997). Ez egy olyan interaktív módszer, amely épít a tanulók közötti kommunikációra és kihasználja az egymás tanítás lehetőségeit. Szerencsésen ötvözi a hagyományos, frontális tanítást, a problémaalapú tanítást és a kooperatív tanítás elemeit. Elsősorban a fogalmi megértés – és részben a problémamegoldás – ellenőrzésére és elmélyítésére alkalmas. A módszer lépéseit az 1. ábra szemlélteti.

A témakör elméleti alapjainak bemutatása – esetleg a tanulók előzetes otthoni felkészülése – után egy olyan problémafeladatot adunk a tanulóknak, amelynek sikeres megoldása a tanult fogalom megértését, alkalmazását igényli. (A problémát általában zárt végű formában vetítjük ki a tanulóknak, bizonyos esetekben elképzelhető nyílt végű változat is.) Maximum 1 perc gondolkodási idő után a tanulóknak egyénileg kell választaniuk a megadott válaszlehetőségek közül, ekkor még egymással nem kommunikálhatnak. (A szavazás történhet megfelelő kártya feltartásával vagy beadásával, esetleg kézfeltartással, illetve szavazóegységgel, okostelefonnal stb.)

Amennyiben a helyes szavazatok aránya nem éri el a 35%-ot, akkor a tanár dönt, hogy részletes megbeszélés után újra szavazásra teszi fel a kérdést, vagy néhány rávezető, segítő kérdést, megjegyzést követően megkéri a tanulókat, hogy egymás között vitassák meg a problémát. (Az egymás tanítása mozzanatra általában 3-5 percet szoktak adni.) Ezután újabb szavazás következik. Majd az oktató bemutatja mindkét szavazás eredményét, értékeli azokat és a hallgatókkal közösen megvitatják a

¹ A világhálón jó néhány videofilm látható Mazur előadásairól, az egymás tanítása módszer szemléltetéséről.

probléma helyes megoldását. A probléma lezárása után újabb témakör tárgyalása (esetleg újabb probléma felvetése) következik.



1. ábra. A Mazur-féle „egymás tanítása” eljárás blokkdiagramja. Az eredeti, Mazur-féle változat (Lasry, Mazur és Watkins, 2008) Vickrey és munkatársai (2015:9) által módosított formája alapján szerkesztette és némileg kiegészítette a szerző.

Amennyiben az első (egyéni) szavazás során a tanulók 35-70%-a adott helyes választ, akkor a tanár megkéri a tanulókat, hogy egymás között vitassák meg a problémát. (Az egymás tanítása mozzanatra általában 3-5 percet szoktak adni.) Ezután újabb szavazás következik. Majd az oktató bemutatja mindkét szavazás eredményét, értékeli azokat és a hallgatókkal közösen megvitatják a probléma helyes megoldását. A probléma lezárása után újabb témakör tárgyalása (esetleg újabb probléma felvetése) következik.

Amennyiben az első szavazás során a tanulók több mint 70%-a helyes választ adott, akkor nincs szükség az egymás tanítására. A szavazás

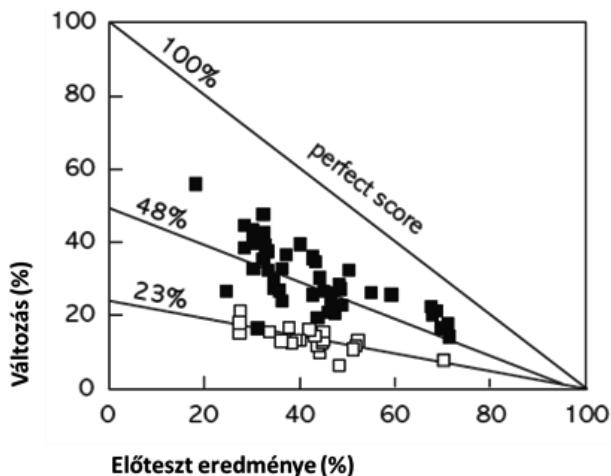
eredményének bemutatása, a megoldás rövid megbeszélése után újabb témakör tárgyalása (esetleg újabb probléma felvetése) következik.

A Mazur-féle „egymás tanítása” módszer hatékonyságával kapcsolatos kutatási eredmények

Szemben néhány divatos tanítási módszerrel (projektmódszer, kutatásalapú tanulás), az „egymás tanítása” módszer hatékonyságát számos tudományos igényű pedagógiai kísérletben vizsgálták az elmúlt negyedszázadban. A következőkben ezekből mutatok be néhányat – nagymértékben támaszkodva Vickrey és mtsai már idézett tanulmányára (Vickrey és mtsai, 2015).

A tanulók fejlődésére gyakorolt hatás

Az egyik – talán legfontosabb – kérdés, hogy ennek a módszernek van-e kimutatható pozitív hatása a *tanulás eredményességére* a hagyományos frontális tanítással szemben. Crouch és Mazur (2001) 10 évet átölelő vizsgálata szerint az egyetemi bevezető fizikai számítások kurzus esetén az egymás tanítása módszer kétszeres tanulási hatékonyságot eredményezett a hagyományos tanítási módszerrel összevetve (2. ábra).

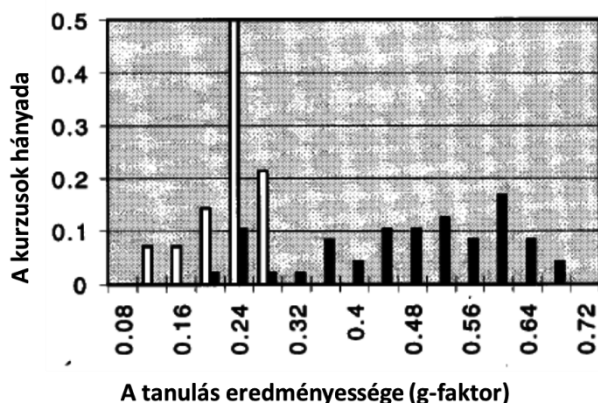


2. ábra. Hagományos módszerrel (üres négyzetek) és az „egymás tanítása” módszerrel (fekete négyzetek) tartott fizikakurzusok hatékonysága az előteszt eredményének függvényében (változás: az utóteszt és az előteszt eredményének különbsége). (Rosenberg, Lorenzo és Mazur dolgozatából (2006:78) átvéve)

A tanulási hatékonyságot legtöbbször a Hake-féle g -faktorról szokták jellemezni (Hake, 1998).

$$g = (\text{utóteszt} - \text{előteszt}) / (100 - \text{előteszt}),$$

ahol *utóteszt*: a tanítási periódus végén mért átlagos teszteredmény százalékban; *előteszt*: a tanítási periódus megkezdése előtt mért átlagos teszteredmény százalékban. A g -faktor százszorosa lényegében azt mutatja meg, hogy az elméletileg lehetséges fejlődés $(100 - \text{előteszt})$ hány százalékban valósult meg a tanítás hatására. A hagyományos frontális oktatás g -faktora általában ritkán haladja meg a 0,24-es értéket, míg az interaktív módszerekre épülő tanulásé akár 0,6 fölötti is lehet (3. ábra) (Hake, 1998).



3. ábra. 14 hagyományos fizikakurzus (üres oszlopok) és 48 interaktív fizikakurzus (fekete oszlopok) tanulási eredményességének hisztogramja (Hake dolgozatából (1998:66) átvéve)

Egy egyetemi oktatók körében végzett széleskörű nemzetközi felmérés azt az eredményt hozta, hogy az „egymás tanítása” módszert alkalmazó fizikakurzusok 90%-a 0,30 és 0,70 közötti g -értéket produkált, mindössze 10% ért el ennél gyengébb eredményt. Az „egymás tanítása” módszerrel dolgozó 384 oktató több mint 80%-a találta a módszert eredményesnek, és 90%-uk úgy nyilatkozott, hogy továbbra is fogja használni. (Fagen, Crouch és Mazur, 2002)

Gok (2012) a Solomon-féle négycsoportos kísérleti elrendezést alkalmazva vizsgálta egy nem fizika szakos hallgatónak tartott két éves bevezető fizikakurzus hatékonyságát a Mazur-féle módszerrel és a hagyományos oktatással. A kísérleti csoport esetében szignifikánsan magasabb tanulási hatékonyságot ($g = 0,59$) ért el a kontrollcsoporttal szemben ($g = 0,32$).

Ugyancsak pozitív eredményről számolt be Aina (2016), aki egy nigériai egyetemen tanuló fizikatanár-jelöltek körében végzett kontrollcsoportos elő- és utóméréses kísérletet. A Mazur-féle módszerrel tanuló hallgatónak szignifikánsan nőtt a fogalmi megértési szintje, és csökkent a témakörrel kapcsolatos tévképzetek mennyisége.

Egy újabb tanulmány szerint a pekingi egyetemen végzett vizsgálatban nem találtak szignifikáns különbséget a Mazur-féle módszerrel és a hagyományos módon fizikát tanuló hallgatók fogalmi megértését ellenőrző tesztben (Zhang, Ding és Mazur, 2017). Ugyanakkor azt találták, hogy az „egymás tanítása” módszer szignifikánsan fejleszti a hallgatók fizikával és a fizika tanulásával kapcsolatos attitűdjét. A Mazur-féle módszerrel oktatott hallgatók fizikáról alkotott képe szignifikánsan elmozdult a kezdők szintjéről a haladók nézete felé. Ugyanez nem volt megfigyelhető a hagyományos módon oktatott hallgatóknál.

Bár az eddigi eredmények elsősorban a fizikára vonatkoznak, találunk példát a szakirodalomban más diszciplínák esetében is. A Mazur-féle módszer pozitív hatását írták le a geológia (McConnel és mtsai, 2006; Mora, 2010) és a számítástechnika (Simon és mtsai, 2013; Miller és mtsai, 2006; Pilzer, 2001; Zingaro, 2014) tanítása során is.

Számos tanulmány foglalkozik a Mazur-féle egymás tanítása módszernek a tanulók *problémamegoldó készségére* gyakorolt hatásával. Cortright és mtsai (2005) élettangyakorlaton, Giuliodori és mtsai (2006) állatorvosi élettan kurzuson azt találta, hogy a Mazur-féle módszerrel tanított hallgatók szignifikánsan eredményesebben oldottak meg a megbeszélttől némileg különböző új problémákat. Crouch és Mazur (2001) Harvard Egyetemen végzett longitudinális vizsgálata pedig bebizonyította, hogy az „egymás tanítása” módszerrel tanított hallgatók nem csak a feleletválasztásos és a kvalitatív

problémák, hanem a kvantitatív problémák megoldásában is jobban teljesítettek, mint a hagyományos frontális módszerrel oktatott társaik. A felsőoktatásban fontos kérdés a hallgatók *lemorzsolódásának csökkentése*. A fizika (Crouch és Watkins, 2007; Lasry és mtsai, 2008) kurzusok vizsgálata azt mutatta, hogy az „egymás tanítása” módszerrel tanult hallgatók között szignifikánsan kisebb (<5%) a lemorzsolódás, mint a hagyományos módon tanultak között (>20%).

A módszer elfogadottsága

Bármilyen oktatási módszer fontos jellemzője – hatékonyságán kívül – annak elfogadottsága mind a tanulók, mind az oktatók részéről.

Számos tapasztalat mutatja, hogy a *hallgatók* többsége idegenkedik az, ún. „aktív” oktatási módszerektől, jobban szereti a hagyományos frontális munkát, ahol a tanár dolgozik, ő pedig figyel, esetleg jegyzetel. Ezért már az is jó eredmény, ha egy új oktatási módszerhez semlegesen viszonyulnak a hallgatók, nem tartják azt sem jobbnak, sem rosszabbnak, mint a hagyományos, megszokott frontális módszereket. Crouch és Mazur (2001) longitudinális vizsgálatuk során azt tapasztalták, hogy az „egymás tanítása” módszer nem változtatta meg szignifikánsan a hallgatóknak a kurzusról alkotott véleményét. Egy másik vizsgálatban (Fagen, 2003) a megkérdezett 384 oktatóból 70% számolt be arról, hogy az „egymás tanítása” módszerrel tartott kurzusukat pozitívabban ítélték meg a hallgatók, mint a hagyományos módon tartott kurzusokat, 17% kapott változó véleményeket a hallgatóktól és mindössze 5% számolt be negatív hallgatói véleményekről.

Crossgrove és Curran (2008) összehasonlította a biológia főszakosok genetika kurzusának és a nem biológia szakosok bevezető biológia kurzusának hallgatói megítélését. Mindkét kurzust a Mazur-féle módszerrel tartották. A nem biológia szakosok szignifikánsan pozitívabban ítélték meg a módszert a vizsgateljesítményük szempontjából, mint a biológia szakosok. A nem biológia szakosok nagyobb mértékben javasolták a módszer további használatát az oktatónak, mint a biológia szakosok. Számos tanulmány számol be arról, hogy a bevezető számítástechnika (Simon és mtsai, 2010), a természettudományi gyakorlat (Cortright és mtsai, 2005), mérnökképző tantárgyak (Nielsen és mtsai, 2013; Boyle és Nicol, 2003),

valamint az állatorvosi élettan kurzus (Giuliodori és mtsai, 2006) hallgatói javasolták a Mazur-féle „egymás tanítása” módszer megtartását, sőt használatának kiterjesztését más kurzusokra is.

Számos esetben számoltak be a hallgatók arról, hogy a Mazur-féle módszer növelte önbizalmukat (pl. Gok, 2012; Zingaro, 2014; Zhang, Ding és Mazur, 2017). Néhány esetben pedig azt is megjegyezték, hogy a módszer hatására javult az oktatójukkal való kapcsolatuk is (pl. Simon és mtsai, 2013).

Érdekes módon az *oktatóknak* a módszerről alkotott véleményével, a módszerrel kapcsolatos tapasztalataikkal viszonylag kevés tanulmány foglalkozik. Egy felmérés alapján a módszert használó fizikatanárok 90%-a pozitív tapasztalatokról számolt be, és közel 80%-a jelezte, hogy a későbbiekben is használni fogja, 8%-a pedig valószínűleg fogja használni a Mazur-féle módszert (Fagen és mtsai, 2002).

Mind a hallgatók, mind a saját részéről pozitív tapasztalatokról számolt be a módszer eddigi egyetlen „dokumentált” *hazai kipróbálója* is (Jarosievitz, 2016a, 2016b).

Összefoglalás

Az elmúlt több mint két évtized kutatásai azt mutatják, hogy a Mazur-féle „egymás tanítása” módszer eredményesen alkalmazható az egyetemi oktatásban. Szinte valamennyi tanulmányban arról számoltak be, hogy elősegíti a hallgatók fogalmi megértését, fejleszti a problémamegoldás szempontjából fontos tudástranszfert és pozitív irányba változtatja a tantárggyal kapcsolatos attitűdöket. A hallgatók többsége nem zárkózik el a módszer használatától, sőt inkább pozitívan viszonyul ahhoz. Bár a vizsgálatok többsége az egyetemi szintű képzésben, és elsősorban a fizika oktatásában történt, valószínű, hogy a Mazur-féle módszer eredményesen alkalmazható a középszintű – elsősorban fakultációs – kémiaoktatásban is.

A tanulmány következő, második részében részletesen elemezzük a Mazur-féle „egymás tanítása” módszer egyes lépéseit, megosztjuk az azokkal kapcsolatos nemzetközi tapasztalatokat, felhívjuk a figyelmet a leggyakoribb buktatókra is.

Szakirodalmi hivatkozások

Aina, J. K. (2016): Using Peer Instruction (PI) to Investigate Pre-service Physics Teachers Academic Performance in Nigeria. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 3(4), 100-105.

Boyle, J. T. és Nicol, D. J. (2003): Using classroom communication systems to support interaction and discussion in large class settings. *Association for Learning Technology Journal*, 11(3), 43-57.

Cortright, R. N., Collins, H. L. és DiCarlo, S. E. (2005): Peer instruction enhanced meaningful learning: ability to solve novel problems. *Advances in Physiology Education*, 29, 107-111.

Crossgrove, K. és Curran, K. L. (2008): Using clickers in nonmajors- and majors-level biology courses: student opinion, learning, and longterm retention of course material. *CBE Life Science Education*, 7, 146-154.

Crouch, C. H., Mazur, E. (2001). Peer instruction: ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69(9), 970-977.

Crouch, C. H., Watkins, J. (2007): Peer instruction: engaging students one-on-one, all at once. In: Redish, E. F. and Cooney, P.: *Reviews of Research-Based Reform Curricula in Introductory Physics*, College Park, MD, American Association of Physics Teachers, 1-55.

Fagen, A. P., Crouch, C. H. és Mazur, E. (2002): Peer Instruction: Results from a Range of Classrooms. *The Physics Teacher*, 40(4), 206-209.

Giuliodori, M. J., Lujan, H. L. és DiCarlo, S. E. (2006): Peer instruction enhanced student performance on qualitative problem-solving questions. *Advances in Physiology Education*, 30, 168-173.

Gok, T. (2012): The effect of peer instruction on students' conceptual learning and motivation. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 13(1), Article 10, 1-17.

Hake, R. R. (1998): Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.

Jarosievitz B. (2016a): The impact of ICT and multimedia used to flip the classroom (Physics lectures) via Smart phones and tablets. In: Lars-Jochen, T., és Raimund, G. (szerk.): *Proceedings of the 20th International*

Conference on Multimedia in Physics Teaching and Learning. Mulhouse, European Physical Society (EPS), 357-363.

Jarosievitz B. (2016b): Fordulj a társadhoz! Saját eszközökkel megvalósított interaktív tanítási módszer a fizika oktatásában. In: Karlovitz J. T. (szerk.): *Társadalom, kulturális háttér, gazdaság: IV. IRI Társadalomtudományi Konferencia*. Komárno, International Research Institute, 396-402.

Lasry, N., Mazur, E. és Watkins, J. (2008): Peer instruction: From Harvard to the two-year college. *American Journal of Physics*, 76(11), 1066–1069.

Mazur, E. (1997): *Peer instruction - A user's manual*. Prentice Hall, Inc. Simon & Schuster, New Jersey

McConnel, D. A., Steer, D. N, Owens, K. D., Knott, J. R., Dick, J. és Heaney, P. J. (2006): Using ConcepTests to assess and improve student conceptual understanding in introductory geoscience courses. *Journal of Geoscience Education*, 54, 61–68.

Miller, R. L. R., Santana-Vega, E. és Terrell, M. S. (2006): Can good questions and peer discussion improve calculus instruction? *Problem Resource Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 16, 193–203.

Mora, G. (2010): Peer instruction and lecture tutorials equally improve student learning in introductory geology classes. *Journal of Geoscience Education*, 58, 286.

Nielsen, K. L., Hansen, G. és Stav, J. B. (2013): Teaching with student response systems (SRS): teacher-centric aspects that can negatively affect students' experience of using SRS. *Research in Learning Technology*, 21, 18989.

Pilzer, S. (2001): Peer instruction in physics and mathematics. *Problem Resource Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 11, 185–192.

Rosenberg, J. L., Lorenzo, M. és Mazur, E. (2006): Chapter 8. Peer instruction. Making science engaging. In: Mintzes, J. J. és Leonard, W. H. (eds): *Handbook of college science teaching: theory, research, and practice*, National Science Teacher Association, Arlington, Virginia

Simon, B., Esper, S., Porter, L. és Cutts, Q. (2013): Student experience in a student-centered peer instruction classroom. *Proceedings of the Ninth*

Annual International ACM Conference on International Computing Education Research—ICER '13, New York, ACM Press, 129.

Vickrey, T., Rosploch, K., Rahmanian, R., Pilarz, M. és Stains, M. (2015): Research-based implementation of peer instruction: A literature review. *CBE – Life Science Education*, 14 (spring), 1-11.

Zhang, P., Ding, L., Mazur, E. (2017): Peer instruction in introductory physics: A method to bring about positive changes in students' attitudes and beliefs. *Physical Reviews: Physical Education Research*, 113, 010104-1-9.

Zingaro, D. (2014): Peer instruction contributes to self-efficacy in CS1. SIGCSE '14: *Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, New York, ACM Press, 373–378.

VERSENYHÍRADÓ



Villányi Attila

A 13. Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpia (Bali, Indonézia, 2016. december 2-11.)

A Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpiát (International Junior Science Olympiad, röviden IJSO) 2004-ben Indonézia alapította. A versenyen való részvétel egyik leglényegesebb kritériuma, hogy csak 16. évüket be nem töltött diákok indulhatnak a versenyen. Magyarországon ez azt jelenti, hogy érdemben a középiskolát épp elkezdő, illetve születési idejüktől függően egyes 10. osztályos középiskolás, kivételes esetben igen tehetséges 8. osztályos általános iskolások versenyezhetnek.

A versenyen elvileg egyenlő arányban szerepel a három természettudományos tantárgy (fizika, kémia, biológia), így azok, akik több tárgybán is járatosak, a felkészítón kevesebbet kell hozzátanulniuk. A versenyfelkészítőre azon diákokat hívtuk, akik a versenyt megelőző tanévben egy vagy több természettudományi országos verseny döntőjébe jutottak. Ebben az évben 22 diák jelentkezett.

Az évente megrendezésre kerülő olimpiát az oktatási kormányzat 2007 óta anyagi segítséggel is támogatja, így az Emberi Erőforrások Minisztériuma 2016-ban is támogatást nyújtott a részt vevő magyar csapatnak. A Richter Gedeon Nyrt. a verseny elejétől fogva jelentős anyagi támogatást nyújt a csapatnak. Ebben az évben anyagi támogatást kaptunk még a Nemzeti Tehetség Program keretében az Emberi Erőforrás Támogatáskezelőtől, a MOL Új Európa Alapítványától,

valamint a Servier Kutatóintézet Kft-től. A versenyre történő kiutazás szervezését és az ezzel járó adminisztrációt, továbbá az anyagi források megszerzését, a pályázatok elkészítését a támogatásokra, és azok teljes bonyolítását a Magyar Kémikusok Egyesülete végzi.

A versenyre való felkészítést ebben az évben is júniusban kezdtük meg (Gyertyán Attila matematikából és fizikából, Sebő Péter pedig biológiából és kémiából), mivel a megtanulandó tananyag olyan nagy, hogy ezért az őszi felkészítés nem elegendő. Néhány napos elméleti bevezető után az általános iskolai tankönyvekből jelöltük ki az elsajátítandó (illetve átismétlendő) ismereteket, összefüggéseket, illetve az általunk készített prezentációkból kellett az új anyagot elsajátítaniuk a versenyre készülőknek. A felkészítőre jelentkezettek között az idén is több 7. osztályt végzett volt, akik közül csak a kiemelkedően tehetségeseknek van esélyük eredményt elérni. Szeptember legelején írtuk meg az első selejtező dolgozatot. A válogató eredménye alapján a legjobb 9 diákot választottuk ki a szűkebb felkészítőbe.

Őket szeptemberben és októberben minden hétvégén a korábbi versenyek tapasztalatai és a követelmények alapján az ELTE Apáczai Csere János Gimnáziumban készítettük fel (Gyertyán Attila fizikából, Ács Zoltán biológiából és Villányi Attila kémiából). A második válogatóra október 31-én került sor. A kialakult hatfős csapat az utolsó hónapban a további elméleti felkészítő mellett kipróbálhatta a gyakorlati forduló team-munkáját is. A gyakorlati felkészítésben részt vett Vörös Tamás kémia szakos PhD hallgató is (apáczais öregdiák, IJSO és kétszeres IChO érmes). A két kémia „gyakorlati specialista” diákot (Nguyen Thac Bach-t és Gulácsi Mátét) kértük, hogy az esetleges titrálási feladathoz végezzenek minél több titrálási feladatot a középiskolai tanárunkkal, Keglevich Kristóffal.

Az idei magyar csapat tagjai:

Fajszai Bulcsú, a Budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium 9. osztályos tanulója,

Nguyen Thac Bach, a Budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium 9. osztályos tanulója,

Farkas Csanád, a budapesti Eötvös József Gimnázium 9. osztályos tanulója,

Kozma Csaba, a Bonyhádi Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium 10. osztályos tanulója,

Mészárik Márk, az ELTE Apáczai Csere János Gyakorló gimnázium és Kollégium 9. osztályos tanulója,

Gulácsi Máté, a Budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium 9. osztályos tanulója,

A csapat november 29-én indult el. Az idei támogatás elegendő volt ahhoz, hogy a verseny előtt két napot töltsünk a verseny helyszínén, és a diákok hozzászokjanak a meglehetősen nagy, 7 órás időeltolódáshoz. Lehetőségünk volt egész napos kirándulás keretében megismerkednünk Bali szigetének természeti és kulturális nevezetességeivel. December 2-től – a verseny szabályzatának megfelelően – az ott-tartózkodás teljes ideje alatt a szervezők biztosították a csapat transzferét, szállását és teljes ellátását.

A kísérő tanárokból álló nemzetközi zsűri a verseny második, negyedik és hatodik napján vitatta meg az egyes fordulók feladatait, majd minden ország tanárai kora hajnalig fordították a saját nyelvükre a feladatlapokat, másnap pedig a diákok versenyeztek. A harmadik, gyakorlati fordulót a hetedik napon a diákok csapatmunkában oldották meg.

Ebben az évben a szervezők külön fizikai, kémiai és biológiai témájú feladatokat készítettek, nem próbálkoztak a feladatok integrálásával. Ha röviden kellene összefoglalni a feladatok minőségét, akkor a fizika – néhány, a követelményrendszerben nem szereplő kérdéstől eltekintve – megfelelőnek, a kémia nagyon könnyűnek, néha nevetségesen egyszerűnek mondható. Az elméleti biológia feladatok szokás szerint kétfélék voltak: egy részük nagyon könnyű, a másik részük eredménye pedig azon múltott, hogy a rengeteg követelménybe nagyon felületesen beleérthető ismeretanyagból épp mit sikerült a felkészítő tanároknak megtanítani.

A feladatok megvitatása idén sem volt zökkenőmentes. A szerzők általában nem akartak változtatni a feladatok szövegén, és ha egy feladatot kiszavazott a nemzetközi zsűri, egy szinte szóról szóra azonos

elven megoldható feladattal akarták azt helyettesíteni. A kémia elméleti feladatsor szinte minden kérdése szerves kémiára vonatkozott, ami nem szerepel a követelményben. Csak nagy harcok árán sikerült ezeket a kérdéseket módosítani, ekkor viszont a kérdések nagy része akár egy általános iskolai kémiaversenyen is feladható szintű lett. Ezen problémák kapcsán ismét felmerült a vizsgaszabályzat követelményrendszerének újabb módosítási igénye.

A versenyzők a versenyek közti napokban, a tanárok a diákok verseny-napjain vettek részt kirándulásokon, kulturális programokon. Ezek többségében érdekesek és élvezetesek voltak, bár kissé megcsonkította a programokat az, hogy majdnem minden egész napos programot kettétört az szállodánkban megszervezett ebéd, amelynek 1 órás időtartamát megtoldotta még a hotelbe való 1 órás visszautazás, majd az újabb programcél megközelítéséhez szükséges újabb 1 órás transzfer.

Idén Indonézia Magyar Nagykövetsége már az utazást megelőzően felvette velünk a kapcsolatot. December 8-án este a magyar nagykövet asszony, Németh-Pach Judit – aki akkor épp Bali szigetén egy konferencián vett részt – a csapatot vendégül látta egy vacsorára a Grand Hyatt Hotelben. Erről fotó is készült, amely a Nagykövetség közösségi oldalán is megtekinthető.

(https://twitter.com/DubesHongaria/status/806855877336567808/photo/1?utm_source=fb&utm_medium=fb&utm_campaign=DubesHongaria&utm_content=806855877336567808).

A pontegyeztetés estéjére kialakult a végleges sorrend, és ez alapján a nemzetközi zsűri egyetértésével megtörtént a ponthúzás. Az idei versenyen 48 ország 267 versenyzője mérte össze tudását. Ebben az évben is valamennyi diákunk éremmel tért haza. Ilyen ország ezen a versenyen összesen 19 volt. A magyar csapat 1 arany-, 4 ezüst- és 1 bronzérmes szerzett. Továbbra is Ázsia vezet az aranyérmet szerző csapatok között. Előttünk végzett Tajvan, India, Indonézia, Brazília, Oroszország, Vietnam, Hongkong, Dél-Korea, Thaiföld és Románia csapata (1. táblázat). Az Európai Unió országai közül csak Románia és Magyarország csapatának egy-egy diákja szerzett aranyérmet. Elért pontszáma alapján a legjobb európai uniós aranyérmes diák Fajsi Bulcsú lett.

	<i>Arany</i>	<i>Ezüst</i>	<i>Bronz</i>
Tajvan	5	1	
India	5	1	
Indonézia	4	2	
Brazília	4	1	1
Oroszország	2	4	
Vietnam	2	2	2
Hongkong	1	5	
Dél-Korea	1	5	
Románia	1	5	
Thaiföld	1	5	
Magyarország	1	4	1
Banglades		3	3
Szerbia		3	3
Kína		2	4
Litvánia		2	4
Németország		2	4
Horvátország		1	5
Moldova		1	5
Szaúd-Arábia			6

1. táblázat. A legjobb 19 csapat eredménye

Nguyen Thac Bach, Farkas Csanád, Kozma Csaba és Mészárik Márk ezüstérmet kapott, Gulácsi Máté bronzérmes lett. A versenyzők részletesebb eredményét a 2. táblázat mutatja.

Az IJSO idei feladatsorait az érdeklődők hamarosan letölthetik a magyar csapat hivatalos honlapjáról (<http://ijsokemavill.hu>).

Évek óta gondot okoz, hogy kevés ország vállalja ennek a versenyek a megszervezését.

A verseny jövőre biztosan tovább folytatódik, hiszen 2017. decemberében Hollandia lesz a vendéglátó ország. 2018-ban várhatóan Bolíviában szervezik meg a 15. IJSO-t. 2020-ban valószínűleg Németország lesz a vendéglátó, de 2019-re és 2021-re még nincs vállalkozó.

	<i>Feleletválasztás</i>			<i>Elmélet</i>			<i>Gyakorlat</i>			<i>Össz.</i>
	<i>K</i>	<i>F</i>	<i>B</i>	<i>K</i>	<i>F</i>	<i>B</i>	<i>K</i>	<i>F</i>	<i>B</i>	
Elérhető	10	10	10	10	10	10	13	14	13	100
Fajszai Bulcsú	10	7,75	10	10	10	7,6	12,9	13,3	11,9	93,45
Nguyen Thac Bach	8,75	9	5	10	10	9,3	12,6	12,05	12,4	89,10
Farkas Csanád	10	5,75	8,75	9,9	7,8	7	12,6	12,05	12,4	86,25
Kozma Csaba	8,75	6,75	7,75	7,9	6,9	8,4	12,6	12,05	12,4	83,50
Mészárik Márk	10	5,5	7,5	6,5	6	9,3	12,9	13,3	11,9	82,90
Gulácsi Máté	7,5	9	5	8,05	8	4,4	12,9	13,3	11,9	80,05

2. táblázat. A magyar csapat tagjainak részpontszámai

Bayer: Tudomány egy jobb életért

A Bayer a világ szinte minden táján ismert nemzetközi nagyvállalat. Az emberiség életét leginkább meghatározó területeken – mint például az egészségvédelem, a növényvédelem, vagy a polimer alapú ipari anyagok – folytat sikeres kutatásokat.



A Bayer egészségügyi üzletágának központja Németországban, Leverkuszenben található. Az itt dolgozó kollégák olyan új termékek után kutatnak, amelyek különböző betegségek megelőzésére, felismerésére vagy kezelésére alkalmasak.

A Bayer tájának köz-országban, a terület növényvé-növény- és tatása terén.



növényvédelmi ágaza-pontja szintén Német-Monheimben található. Ez napjainkban világelső a delem, a kártevőirtás, a vetőmag-nemesítés ku-



A Bayer anyagtudományi ága, a világ vezető polimer alapú ipari alapanyagok gyártóinak egyike. A polikarbonát és poliuretán alapanyagok kutatása, fejlesztése mellett, új megoldásokat kínál a festékek, lakkok, vagy ragasztók területén is. Termékeinek legnagyobb felhasználói az autóipar, az

építőipar, az elektronika, a sport és szabadidős termékek gyártói, de ide sorolhatók a csomagolóipar és az egészségügyi berendezések fejlesztői is.

Világszerte elismert, nemzetközi vállalat lévén a Bayer tisztában van társadalmi felelősségével is. Klímavédelmi beruházásai mellett a világon több mint háromszáz szociális jellegű projektet támogat. A Bayer vállalati filozófiájának és stratégiájának alapja a fenntartható fejlődésre való törekvés.

A Bayer vállalat értékeit, küldetését egy mondatban a következőképp foglalhatjuk össze:

„Tudomány egy jobb életért.”

A szám szerzői

Baglyas Márton BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Borbás Réka középiskolai tanár, Szent István Gimnázium, Budapest

Botlik Bence Béla középiskolai tanuló, ELTE Apáczai Cs. J. Gimnázium

Broda Balázs MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Csorba Benjámin BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Gyűrűs Boldizsár középiskolai tanuló, ELTE Apáczai Cs. J. Gimnázium

Hegedüs Kristóf MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Herczeg Donát középiskolai tanuló, ELTE Apáczai Cs. J. Gimnázium

Horváth Réka középiskolai tanuló, ELTE Apáczai Cs. J. Gimnázium

Kalydi György középiskolai tanár, Krúdy Gyula Gimnázium, Győr

Kóczán György tudományos munkatárs, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Lente Gábor egyetemi tanár, DE TTK, Kémiai Intézet

MacLean Ildikó középiskolai tanár, BME Két Tanítási Nyelvű
Gimnázium, Budapest

Dr. Magyarfalvi Gábor egyetemi adjunktus, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Pálffy Gyula PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Palya Dóra MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Rutkai Zsófia MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Simkó Irén BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Tóth Zoltán ny. egyetemi docens, DE TTK, Kémiai Intézet

Várda Ernák középiskolai tanuló, Ciszterci Rend Nagy Lajos
Gimnáziuma, Pécs

Dr. Varga Szilárd tudományos munkatárs, MTA TTK

Villányi Attila középiskolai tanár, ELTE Apáczai Cs. J. Gimnázium

Vörös Tamás PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

TARTALOM

SZAKMAI CIKK	85
Botlik Bence Béla, Gyűrűs Boldizsár, Herczeg Donát : Kvázikristályok és közelítő szerkezeteik	85
MI LETT BELŐLED IFJÚ VEGYÉSZ? – Lakatos Ágnes	100
GONDOLKODÓ	103
KÉMIA IDEGEN NYELVEN	129
Horváth Judit: Kémia németül	129
MacLean Ildikó: Kémia angolul	139
KERESD A KÉMIÁT!	154
Kalydi György: Keresd a kémiát!	154
MŰHELY	160
Tóth Zoltán: A Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények	160
VERSENYHÍRADÓ	171
Villányi Attila: A 13. Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpia	171
NAPRAKÉSZ	176
Bayer: Tudomány egy jobb életért	177
A SZÁM SZERZŐI	179



A képen a 13. IJSO magyar csapata: Villányi Attila, Fajszi Bulcsú, Farkas Csanád, Mészárik Márk, Kozma Csaba, Thac Bach Nguyen, Gulácsi Máté és Gyertyán Attila

Az IJSO csapat támogatói:



EMBERI ERŐFORRÁSOK
MINISZTERIUMA



RICHTER GEDEON

Richter Gedeon Nyrt.



Új Európa Alapítvány

MOL Új Európa
Alapítvány



Servier
Kutatóintézet Zrt.



Bayer

A felfedezés öröme. A tanulás élvezete. A tudomány és a technika varázslatának megértése. Innovatív, kutató vállalként a Bayer szeretné átadni a tudomány és a kutatás iránti szenvedélyét a fiataloknak.

Bayer: Science For A Better Life.

